DES

CHEMINS DE FER

EN FRANCE,

OU TRAITÉ DES PRINCIPES APPLIQUÉS À

[illegible]

DEUXIÈME ÉDITION

Augmentée d'un Examen comparatif de l'utilité des différentes voies de communication,

[illegible]

[illegible]

[illegible]

APPENDICE

[illegible]

[illegible]

PAR J. [illegible]

[illegible]

PARIS,

[illegible], ÉDITEUR,

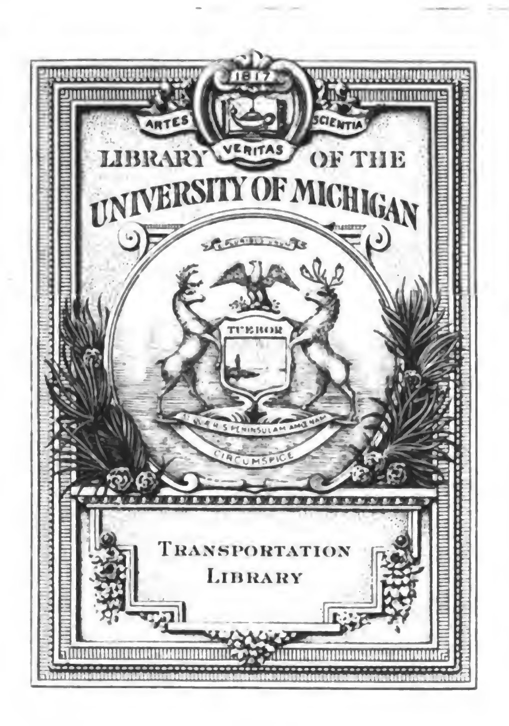
[illegible]

[illegible]

[illegible]

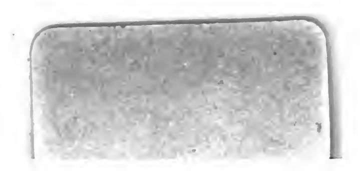
[illegible]





1817
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE
TRANSPORTATION
LIBRARY






Digitized by Google

DES

CHEMINS DE FER

EN FRANCE.



SAINT-CLOUD. — IMPRIMERIE DE BELIN-MANDAR.

DES

CHEMINS DE FER

EN FRANCE,

OU TRAITÉ DES PRINCIPES APPLIQUÉS A

LEUR TRACÉ, A LEUR CONSTRUCTION ET A LEUR EXPLOITATION.

DEUXIÈME ÉDITION,

Augmentée d'un Examen comparatif de l'utilité des différentes voies de communication,

D'UN

Résumé général de l'état actuel des chemins de fer dans tous les pays d'Europe,

ET D'UN

APPENDICE

SUR LES NOUVEAUX SYSTÈMES DE CHEMINS DE FER EXÉCUTÉS OU PROPOSÉS JUSQU'A CE JOUR,

PAR J. LOBET,

MEMBRE DE PLUSIEURS SOCIÉTÉS SAVANTES.

PARIS,

PARENT-DESBARRES, ÉDITEUR,

RUE CASSETTE, 23;

Librairie scientifique et industrielle de L. MATHIAS (Augustin),

QUAI MALAQUAIS, 15.

1845.

INTRODUCTION.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — INFLUENCE DE LA VAPEUR ET DE SES APPLICATIONS. — AVENIR DES CHEMINS DE FER.

Une immense révolution s'opère depuis environ un quart de siècle dans l'existence des peuples. Après avoir vécu si longtemps dans un état de perpétuel antagonisme, les sociétés semblent se lasser de demander à la guerre une fortune toujours incertaine et fugitive : elles commencent à comprendre les avantages de la paix et à chercher dans les travaux de l'industrie et du commerce les éléments de leur prospérité et de leur grandeur. Partout l'esprit industriel remplace l'esprit militaire.

Marquons bien ce que nous entendons par ces mots, *esprit militaire* et *esprit industriel*.

Aux époques où la civilisation est peu avancée, lorsque les arts sont en enfance et les éléments de la richesse publique encore épars et clair-semés ; lorsqu'en même temps les notions morales du droit sont encore confuses dans les esprits, les hommes cherchent à acquérir par la force, par la conquête brutale, le bien-être qu'ils ne savent point se procurer ou qu'ils n'obtiennent qu'en trop faible quantité à l'aide du travail pacifique. Alors la guerre est une industrie, industrie immorale,

industrie de voleur de grand chemin, si l'on veut, mais une industrie avantageuse et souvent même la plus profitable de toutes. Témoin Rome, d'abord pauvre et chétive bourgade du Latium, qui devint, par le travail patient et infatigable de ses armes, la métropole du monde ancien, et vit affluer dans son sein les richesses de l'univers. A ces époques la guerre est en honneur, elle est l'occupation des principaux citoyens; les désastres, les violences, les rapines, tout ce déplorable cortége qu'elle traîne à sa suite, s'ennoblissent; le génie des nations se tourne exclusivement vers les entreprises belliqueuses: c'est le règne de l'*esprit militaire*.

Cependant, comme cette lumière que l'on voit poindre d'abord confuse et incertaine à l'horizon, qui se développe ensuite par gradations insensibles, et finit par inonder le ciel de sa clarté, la civilisation se dégage peu à peu des ténèbres de la barbarie, et répand sur le monde ses rayons fécondants. Les arts se perfectionnent, les mœurs se policent, l'esprit des nations acquiert plus de netteté et de rectitude; les limites, d'abord incertaines et confondues, du juste et de l'injuste se marquent et se fixent; une complète transformation s'opère à la fois dans l'économie matérielle et dans les habitudes morales des sociétés. Par l'effet du progrès des lumières, la guerre, hors certains cas exceptionnels, cesse d'être considérée comme légitime; par l'effet du progrès des arts, elle cesse de même d'être la plus productive des industries. Elle n'occupe plus la première place dans la vie des nations : après avoir si longtemps dominé et opprimé le travail pacifique, elle lui cède la prééminence et ne sert plus qu'à le sauvegarder. Désormais les peuples dirigent leur génie vers les conquêtes de l'industrie et du commerce. C'est l'avénement de l'*esprit industriel*.

Jusqu'à la naissance du christianisme, l'esprit militaire domina sans partage dans le monde. On avait avili le travail par l'esclavage; le droit primitif et brutal de la force gouvernait les sociétés et présidait aux relations des peuples. Le christianisme substitua à ce droit celui de la justice, et réhabilita le travail en détruisant l'esclavage.

Une lutte immense et décisive s'engagea alors entre le principe pacifique et moralisateur adopté et fécondé par le christianisme et le vieux principe d'antagonisme qui avait gouverné le monde païen. L'histoire des dix-huit siècles écoulés depuis l'avénement de la pensée chrétienne n'est que le simple récit des diverses phases de ce grand combat de la force et du droit, de la civilisation et de la barbarie. Trois événements dominent cette période, événements jetés par la Providence au milieu de la lutte pour en hâter le terme et fixer la victoire du côté pacifique : nous voulons parler de l'invention de la poudre à canon, de la découverte de l'imprimerie, et de celle de la vapeur. Chose remarquable, ces trois auxiliaires donnés à la cause de la paix et du perfectionnement social ont fait leur apparition dans le monde juste au moment où ils étaient devenus nécessaires, au moment où l'œuvre qu'ils avaient à accomplir était prête : toujours ils sont arrivés en temps opportun pour remplir les lacunes qui semblaient devoir ralentir la marche de la civilisation et du progrès. Quoique séparés par les siècles, ces trois grands faits sociaux se rattachent néanmoins par une chaîne commune ; ils sont issus de la même pensée et tendent à un même but.

C'est au moment où la féodalité, ce gouvernement militaire des conquérants barbares du monde romain, était dans toute sa puissance que l'invention de la poudre à canon, en changeant complétement les conditions de la guerre, vint lui porter un coup mortel. Jusqu'alors il n'avait fallu, pour vaincre et conquérir, que de la force physique, que des bras robustes, que de fortes poitrines protégées par des armures d'acier; les armées se réunissaient et s'entretenaient à peu de frais; elles ne traînaient point à leur suite un matériel embarrassant et coûteux ; il suffisait de quelques chevaliers aventureux et téméraires pour conquérir un royaume; la caste privilégiée qui se servait de l'épée et de la lance était seule puissante, seule respectée. A l'époque de l'apparition des armes à feu, on voit se modifier profondément l'organisation des armées. Le règne de la force physique commence à déchoir; à côté de celle-ci, et s'y substi-

tuant peu à peu, apparait la force mécanique. La puissance d'une armée ne se mesure plus seulement au nombre, à la vigueur et au courage des soldats qui la composent, mais aussi à la quantité de matériel et de munitions de guerre dont elle est pourvue. Les guerres deviennent plus coûteuses, et par conséquent moins productives. L'effet immédiat de ce changement est de diminuer le pouvoir de la classe adonnée aux occupations militaires, et en même temps de relever la condition de celle qui se livre aux travaux pacifiques. A mesure que la classe noble voit s'élever les frais des guerres qu'elle entreprend, elle témoigne plus d'égards aux marchands et aux industriels occupés à produire de la richesse, elle s'attache davantage à les protéger. Quelques années après l'invention de la poudre à canon, la bourgeoisie acquiert en France le droit de consentir les subsides qu'on lui impose; elle prend une place, humble et modeste, il est vrai, mais effective et reconnue dans les premiers états généraux, et se nomme *tiers état*.

Mais cette émancipation de la portion du peuple qui se livrait aux travaux les plus lucratifs de la production était encore incomplète; le labeur obscur qui absorbait l'existence de la bourgeoisie était protégé, mais on ne l'honorait pas. L'esprit militaire n'avait point cessé d'être prédominant. Pour que la condition sociale de la bourgeoisie pût s'élever au niveau de celle des hommes de guerre, il fallait que sa condition intellectuelle devînt supérieure. La découverte de l'imprimerie eut lieu, et soudain la pensée, affranchie des obstacles matériels qui arrêtaient son essor, put se répandre large et féconde dans les masses. Cependant ni le peuple ni l'aristocratie ne profitèrent d'abord de la découverte nouvelle: le peuple, attaché à la glèbe, manquait de loisir et de liberté; la noblesse, dédaigneuse des travaux de l'intelligence, n'avait d'estime que pour ceux de l'épée. Ce fut la bourgeoisie laborieuse, occupée, mais déjà propriétaire et pourvue de quelque loisir, qui ressentit la première les bienfaits de l'imprimerie. Elle avait conquis une place dans l'État en acquérant du bien-être; elle apprit à tirer parti de sa position en devenant intelligente.

Après quatre siècles d'une lutte tantôt latente, tantôt ouverte, forte de ses richesses et de ses lumières, elle réussit enfin à s'attribuer la suprématie dans l'Etat — Notre époque a vu son avénement au pouvoir. — Ce fait a une haute importance sociale. Devenue riche et toute-puissante, grâce à l'industrie et au commerce, grâce au travail pacifique, la bourgeoisie représente l'*esprit industriel* comme l'aristocratie résumait en elle l'*esprit militaire*. Ce dernier l'emportera toujours dans les pays où la noblesse est souveraine, de même que le premier prédominera exclusivement lorsque la bourgeoisie sera au pouvoir.

Comme un flambeau qui jette avant de s'éteindre sa plus vive lueur, l'esprit militaire, personnifié dans un seul homme, a bouleversé l'Europe au commencement de ce siècle. Napoléon termine la période héroïque de l'histoire des sociétés. Si forte qu'ait été son épée, elle s'est brisée sous l'impulsion des idées que le travail des intelligences avait fait germer et mûrir dans les siècles précédents. Une nouvelle ère, ère pacifique et laborieuse, a commencé dans la vie des nations.

Un penseur éminent, M. de Lamartine, définit ainsi cette époque : — « Cette époque est celle du droit et de l'action de tous, époque toujours ascendante, la plus juste, la plus morale, la plus libre de toutes celles que le monde a parcourues jusqu'ici, parce qu'elle tend à élever l'humanité toute entière à la même dignité morale, à consacrer l'égalité politique et civile de tous les hommes devant l'Etat, comme le Christ avait consacré leur égalité naturelle devant Dieu. Cette époque pourra s'appeler l'époque évangélique, car elle ne sera que la déduction logique, que la réalisation sociale du sublime principe déposé dans le livre divin comme dans la nature même de l'humanité, de l'égalité et de la dignité morale de l'homme, reconnues enfin dans le code des sociétés civiles. »

Mais, qu'on le remarque bien, pour que cette mission dévolue, dans l'ordre moral et politique, à l'époque qui commence puisse être accomplie, il faut qu'une œuvre corrélative s'opère dans l'ordre matériel. Si l'on veut que l'égalité civile et politique, cette magnifique conquête de l'intelligence sur la

tyrannie de la force brutale, ne demeure point une lettre morte, ou ne soit pas rétrécie aux mesquines proportions d'un privilége accaparé par une minorité victorieuse, si l'on veut que les merveilleuses acquisitions de l'esprit humain se répartissent sur l'humanité tout entière, il faut que les classes inférieures de la société soient affranchies de la servitude où les retient la difficulté qu'elles éprouvent à pourvoir aux nécessités matérielles de l'existence, il faut que le travail devienne assez productif pour rémunérer ceux qui s'y livrent en proportion de leurs efforts, il faut enfin que l'homme réussisse à asservir complétement le monde matériel.

La main de la Providence se fait encore reconnaître ici d'une manière visible. Au moment où les derniers orages soulevés par l'esprit d'antagonisme étaient sur le point de se calmer, au moment où les nations pacifiées commençaient à s'appliquer à l'œuvre du progrès pacifique dévolu à notre âge, au moment où l'humanité, après avoir accompli sa période guerrière, entrait dans son ère industrielle, un admirable instrument de travail était remis entre les mains des hommes, LA VAPEUR ÉTAIT INVENTÉE.

La découverte de la vapeur est destineé à exercer sur la diffusion du bien-être matériel une influence au moins égale à celle que l'invention de l'imprimerie a eue sur la diffusion du bien-être intellectuel, sur l'amélioration des intelligences. La découverte de Watt, de Papin, est destinée à agrandir l'action, à multiplier même, en quelque sorte, la vie de l'homme, comme l'invention de Guttemberg a étendu la sphère de sa pensée et ouvert à toutes les intelligences des espaces nouveaux, des voies inconnues.

L'action civilisatrice de la vapeur sera peut-être plus efficace, plus importante encore que ne l'a été celle de l'imprimerie; car si le perfectionnement intellectuel engendre le progrès matériel, il ne saurait, en revanche, s'étendre, se généraliser sans ce puissant auxiliaire. Une population qui languit dans la misère ne peut goûter aucune des jouissances de la pensée : elle se trouve privée des bienfaits des arts et des sciences; elle

demeure inévitablement condamnée aux limbes de la matière. Les besoins matériels sont, en effet, ceux dont l'homme ressent le plus vivement l'aiguillon, ceux qu'il cherche à apaiser les premiers ; si, pour les satisfaire, il est obligé de se livrer sans relâche à des travaux mécaniques, il ne peut assurément cultiver ni son âme ni son esprit ; il demeure étranger au grand mouvement d'idées qui s'opère dans le monde ; ses facultés les plus nobles finissent par s'atrophier, et sa condition morale s'abaisse et s'avilit.

Jusqu'à nos jours l'imperfection des instruments de travail, plus que toute autre cause, a retenu complétement, inexorablement, l'immense majorité des populations sous le joug des nécessités de la vie. Pour qu'une faible minorité pût jouir avec quelque ampleur des bienfaits de l'existence, pour que quelques hommes pussent faire progresser la civilisation en s'adonnant aux travaux de l'intelligence, il était nécessaire que la foule se vouât exclusivement au labeur mécanique, qu'elle remplît la plupart des fonctions assignées aujourd'hui aux machines et aux bêtes de somme. Ecoutons, par exemple, M. Michel Chevalier, dépeignant avec sa parole vive et colorée l'état social du monde antique.

« Certes il y avait de la liberté à Rome et à Athènes, dit-il (1), et c'est pour cela que la pensée y prit un magnifique essor, à ce point que la civilisation s'inspire encore des traditions de la Grèce et de Rome. A côté des chefs-d'œuvre du génie, le soleil de la liberté y fit éclore des modèles admirables des plus mâles vertus. — Mais ce soleil fécond n'y luisait pas pour tout le monde. L'immense majorité des hommes n'y était pas libre. Sous le titre de plébéiens, un grand nombre de citoyens de Rome n'avaient que l'ombre de la liberté, et les trois quarts ou les neuf dixièmes de la population, à Rome et en Grèce, vivaient en esclavage, sans Dieu, sans famille et sans nom.

» Cette constitution sociale procédait d'un ensemble com-

(1) *Cours d'économie politique*, 1842-1843 ; Discours d'ouverture.

plexe de causes variées. On doit l'attribuer pour une part à la violence; c'est par voie de conquête que se formaient alors les Etats. On peut s'en prendre pareillement au système guerrier qui régnait dans les relations internationales, et qui faisait prévaloir au dedans l'esprit de domination de quelques classes sur la masse. Mais parmi toutes ces causes qui avaient amené et qui faisaient durer tant d'inégalité, l'une des principales et des plus profondes, c'est que, dans l'antiquité, l'industrie étant encore extrêmement peu avancée, le travail moyen d'un homme ne créait qu'un très-faible produit. Lors même qu'au sein de chaque Etat on eût partagé la totalité de la production nationale d'après les règles de l'égalité absolue, d'après le principe de la loi agraire, la portion dévolue à chacun fût demeurée excessivement modique. Elle eût été infiniment peu au-dessus de ce qui restait aux esclaves après que les patriciens auraient prélevé leur part relativement plus forte; car le nombre des privilégiés étant faible en comparaison de la population totale, ce qui eût été ravi à ceux-ci eût grossi à peine le lot de chacun des membres de la majorité qui était asservie. Ainsi, les eût-on traités exactement comme les maîtres dans la répartition des produits, les esclaves, c'est-à-dire, encore une fois, l'immense majorité de la population, eussent encore été sous la loi de la misère la plus impitoyable.

» Il en est encore de même aujourd'hui, ajoute ensuite M. Chevalier. Les estimations les plus dignes de confiance portent le revenu annuel de la France à huit milliards pour trente-cinq millions d'habitants, soit en moyenne à 230 francs par tête, ou par jour et par tête à 63 centimes, pour toute dépense de nourriture, de logement, de vêtement, pour la satisfaction de l'esprit et pour le culte des beaux-arts, et enfin pour l'impôt. Ainsi, quand même, en France, tout le monde serait mis à la même ration, en supposant qu'une société puisse subsister sur cette base inique de l'égalité absolue, la part du pauvre le laisserait encore pauvre. Rien ne serait changé; il n'y aurait que des pauvres de plus.

» Aujourd'hui, comme il y a deux mille ans, comme il y a

quarante siècles, l'amélioration du sort de la classe la plus nombreuse exige l'agrandissement de la production. Hors de là, le mal est sans remède, tout est illusion: et les amis les plus dévoués et les plus sincères des classes ouvrières doivent se déclarer impuissants.»

Accroître la fortune publique dans une proportion telle, que la communauté puisse satisfaire ses besoins matériels sans être asservie par eux, telle que l'immense majorité des citoyens cesse d'être condamnée à perpétuité au travail mécanique, afin qu'une faible minorité soit mise en état de développer toutes ses facultés, telle enfin que le champ des nobles jouissances accordées à l'homme, après être demeuré si longtemps un monopole entre les mains de quelques-uns, devienne réellement accessible à tous: voilà donc quel est le grand problème posé à l'humanité, problème dont la solution renferme tout l'avenir du progrès dans le monde.

Eh bien! ce problème, qui est demeuré pendant des milliers d'années la *quadrature du cercle* des économistes et des politiques, a cessé aujourd'hui de paraître insoluble. L'invention de la vapeur, en donnant la possibilité d'accroître, dans une progression indéfinie, la production des objets dont la réunion constitue la fortune publique, en augmentant la quantité des produits et en diminuant les frais du travail, a fourni à l'homme les moyens d'asservir le monde matériel. En arrachant l'ouvrier au travail mécanique, en augmentant sa part individuelle de bien-être et d'aisance, la vapeur aura encore pour effet de relever sa condition intellectuelle et morale. Il cessera d'être écrasé par le travail abrutissant de la matière; car les éléments travailleront pour lui, et ses facultés ne se trouvant plus énervées par le labeur, il pourra lui rester chaque jour quelques heures de loisir pour cultiver son intelligence et satisfaire aux besoins de son esprit. Sans doute des siècles s'écouleront encore avant que les bienfaits de la découverte nouvelle se soient partout généralisés, avant que les peuples aient réussi à refermer complétement, à l'aide de ce puissant instrument de travail le sombre et déplorable gouffre de misère qui est au fond de nos sociétés.

Mais les premiers pas sont faits, l'impulsion est donnée. On peut presque calculer aujourd'hui à quelle époque le labeur patient de l'humanité aura comblé cet abîme, naguère insondable. On connaît la route qu'il faut suivre; arriver au but n'est plus qu'une affaire de persévérance et de temps.

Si nous voulons chercher à déterminer comment la vapeur agira sur le progrès des sociétés, nous devrons, en remontant de quelques pas dans l'histoire, jeter un regard sur la constitution économique des sociétés qui ont précédé la nôtre, examiner les phases diverses que cette puissance a traversées avant que l'homme ait su l'appliquer à ses travaux (1) et le degré d'influence qu'elle a ensuite exercée sur l'organisation économique

(1) Auparavant traçons en peu de mots les caractères généraux, particuliers aux différentes espèces de machines qui reçoivent leur mouvement du jeu de la vapeur d'eau. Toutes se composent d'une chaudière entretenue d'eau et soumise à l'action d'un foyer qui réduit cette eau en vapeur. Celle-ci, aussitôt formée, s'échappe de la chaudière par un conduit qui la dirige dans un récipient nommé *cylindre*, dans lequel elle rencontre un obstacle mobile qu'elle chasse devant elle. Ensuite, après avoir agi, elle s'échappe pour se condenser à l'air libre. L'obstacle mobile contre lequel agit la vapeur à sa sortie de la chaudière est ordinairement un piston qui peut aller et venir dans le cylindre, et dont la tige se trouve liée à des mécanismes particuliers destinés à utiliser la force motrice de la vapeur.

Les machines auxquelles la vapeur a été appliquée peuvent être classées de diverses manières, qu'il pourra être utile de déterminer :

1o En raison de la pression à laquelle la vapeur y est employée : elles se divisent en machines *à basse pression*, machines *à moyenne pression* et machines *à haute pression*. Les premières se subdivisent en machines *à simple effet* et machines *rotatives* ou *à double effet*; les deux autres sont *à double effet*.

2o En raison de la manière dont la vapeur est traitée après son action mécanique : elles se divisent en machines *à condensation* et machines *sans condensation*.

3o En raison de l'emploi ou de l'absence de la détente de la vapeur : elles se divisent en machines *à détente* et machines *sans détente*.

4o En raison du nombre et de la position de leurs cylindres : elles se divisent en machines *à un, deux* et *trois cylindres*, machines *à cylindres fixes* et machines *à cylindres oscillants*. Les machines à cylindres fixes se subdivisent en machines *à cylindres verticaux*, machines *à cylindres horizontaux* et machines *à cylindres inclinés*.

5o En raison du mode de transformation du mouvement de la tige du piston : elles se subdivisent en machines *à balancier*, machines *sans balancier* et machines *à traverses* et *à bielles pendantes*.

6o En raison de leur objet : elles se divisent en machines *fixes*, machines *locomotives* et machines *de navigation*.

de nos sociétés. C'est seulement en s'éclairant de la lumière des temps passés que l'on peut, avec quelque fruit, porter ses regards dans la nuit profonde qui enveloppe les destinées des nations.

I.

Les anciens ont connu la force de la vapeur. Familière aux prêtres égyptiens à l'époque de la splendeur du régime théocratique, elle fut dans leurs mains l'instrument de divers effets qui passaient pour des prodiges aux yeux du vulgaire : certains appareils, dans lesquels l'action du feu dilatait l'air, ouvraient les portes du sanctuaire par l'inflammation du bûcher des autels ; d'autres faisaient parler des statues ou produisaient des effets tout aussi merveilleux (1). Aristote, Sénèque et Anthémius ont proclamé la puissance du feu et de la vapeur d'eau. Héron d'Alexandrie, qui vivait 120 ans avant notre ère, a imaginé une *machine à réaction* par l'écoulement de l'eau, des gaz ou des vapeurs (2), que perfectionna ensuite un ouvrier habile dont le nom n'est point arrivé jusqu'à nous. Mais tous ces essais ne se trouvant en rapport, ni avec les besoins, ni avec la constitution des sociétés anciennes étaient condamnés d'avance à rester jusqu'à nos jours dans un état d'immobilité qui empêchait que l'on pût en retirer une utilité immédiate : ainsi qu'une plante exotique qui se produirait sous un climat contraire à sa nature, ils ne pouvaient que naître et périr sans porter aucun fruit.

La France et l'Angleterre, à l'exemple des sept villes de la Grèce qui s'attribuaient l'honneur d'avoir été le berceau d'Ho-

(1) *Traité historique et pratique des machines à vapeur*, par M. de Montgéry (Paris, 1824), dans lequel on trouve les recherches les plus curieuses sur l'emploi de la force de la vapeur chez les anciens.

(2) Cette machine est décrite et représentée dans l'ouvrage de Héron, traduit en latin sous le titre de : *Spiritualia seu pneumatica*, 1575, in-4° ; et que l'on retrouve parmi les ouvrages des anciens mathématiciens imprimés au Louvre, 1693, in-fol.

mère, se sont longtemps disputé la priorité de l'invention de la machine à vapeur. Mais des faits et des dates incontestables, produits par notre savant M. Arago dans l'*Annuaire du bureau des longitudes*, année 1829, ont enfin fait justice des prétentions de l'Angleterre. C'est en effet à deux ingénieurs français, c'est à Salomon de Caus et à Denis Papin, c'est à ces hommes presque inconnus dans le monde des biographes, mais dont la renommée ira en grandissant d'âge en âge avec le progrès des lumières, que nous devons les premiers travaux tentés sur ce sujet.

Salomon de Caus, ingénieur, né à Dieppe, a le premier fait emploi de la vapeur dans la construction d'une machine hydraulique. Son système n'a pas encore de rapport direct avec celui de la machine à vapeur employée aujourd'hui ; mais divers passages de son ouvrage (1) prouvent que le principe lui en était parfaitement connu. Peut-être même en aurait-il réalisé une application complète, s'il n'eût été, nouveau Galilée, victime de la découverte qui immortalise son nom. Venu à Paris pour présenter son livre à Louis XIII, et solliciter du monarque les moyens d'exécuter sa découverte, Salomon de Caus n'eut accès qu'auprès du cardinal de Richelieu, qui refusa de l'entendre, et qui, fatigué de ses obsessions, le fit enfermer comme fou dans les prisons de Bicêtre. Au bout de peu d'années, le malheur et la captivité altérèrent la raison du pauvre ingénieur dieppois : il devint réellement fou, et l'un des plus grands génies de cette époque s'éteignit misérablement dans un cachot (2).

(1) *Raison des forces mouvantes*, Francfort, 1615, et Paris, 1623.

(2) On ne peut lire sans un profond attendrissement pour cette grande infortune la lettre par laquelle Marion Delorme fait part au jeune Cinq-Mars d'une visite qu'elle fit à Bicêtre en compagnie du marquis de Worcester, qui fut longtemps regardé comme le véritable inventeur de la machine à vapeur. Nous extrayons de cette lettre les lignes suivantes, qui se rapportent intimement à notre sujet.

« Suivant le désir que vous m'en avez exprimé, je fais les honneurs de Paris à votre lord anglais, le marquis de Worcester, et je le promène, ou plutôt il me promène de curiosités en curiosités ; témoin la visite que nous sommes allés faire à

Peu d'années après (1663), un Anglais, le marquis de **Worcester**, consigna dans un livre intitulé *Century of inventions* (les Cent découvertes) l'invention que la France n'avait pas su apprécier, et il en fit l'application. La description qu'il donne lui-même de son procédé, propre seulement à opérer des épuisements, prouve qu'il n'avait fait que réaliser simplement l'idée de Salomon de Caus. De plus, on sait par les mémoires du temps qu'il alla visiter le prisonnier de Bicêtre, et que celui-ci lui parla de sa découverte à travers les barreaux de son cachot. Néanmoins l'Angleterre, par excès de patriotisme, persiste encore à revendiquer la gloire de cette invention.

A côté du nom de Salomon de Caus vient se placer celui de **Denis Papin**, à qui l'on doit la machine à vapeur moderne. Le premier il s'aperçut que la vapeur d'eau donnait un moyen facile de faire le vide dans une grande capacité ; il fut également le premier qui inventa les machines à haute pression, et qui reconnut que le mouvement alternatif de va-et-vient du piston dans le cylindre pouvait recevoir des applications plus étendues et devenir le principe d'un moteur universel.

C'est à l'an 1688 que remontent ses premières recherches à ce

Bicêtre, et où il prétend avoir découvert dans un fou un homme de génie. Comme nous traversions la cour des fous, un homme se montre derrière de gros barreaux, et se met à crier : Je ne suis pas fou ; j'ai fait une découverte qui enrichira le pays qui voudra la mettre à exécution. — Et qu'est-ce que sa découverte? dis-je à celui qui nous montrait la maison. — Ah ! dit-il, en haussant les épaules, quelque chose de bien simple et que vous ne devineriez jamais; c'est l'emploi de l'eau bouillante. Je me mis à rire. — Cet homme, reprit le gardien, s'appelle Salomon de Caus. Il est venu de Normandie, il y a quatre ans, pour présenter au roi un Mémoire sur les effets merveilleux de la vapeur. Le cardinal renvoya ce fou sans l'écouter. Salomon de Caus, au lieu de se décourager, se mit à suivre partout Monseigneur le cardinal, qui, las de le trouver sans cesse sur ses pas, et importuné de ses folies, ordonna de l'enfermer à Bicêtre, où il est depuis trois ans et demi. Il crie à chaque étranger qu'il n'est point un fou, et qu'il a fait une découverte admirable. — Menez-moi près de lui, dit lord Worcester ; je veux l'interroger. On l'y conduisit ; mais il revint triste et pensif. — Maintenant il est bien fou, dit-il ; le malheur et la captivité ont altéré à jamais sa raison. Vous l'avez rendu fou ; mais, quand vous l'avez jeté dans ce cachot, vous y avez jeté le plus grand génie de son époque ; et dans mon pays, au lieu de l'enfermer, on l'aurait comblé d'honneurs et de richesses » (*Lettre de Marion Delorme à Cinq Mars*, 3 février 1641).

sujet. Né à Blois de parents protestants, forcé par l'intolérance de Louis XIV de chercher un refuge hors de sa patrie, Papin se rendit à Leipzig, où il publia (1) le fruit de ses méditations sur les moyens de combiner dans une même machine l'action de la force élastique de la vapeur et la propriété dont jouit ce fluide de se condenser par le refroidissement. Passant ensuite de l'idée à l'application, il construisit un petit appareil, dont le corps de pompe n'avait que 2 pouces de diamètre, et au moyen duquel cependant un poids de 60 livres s'élevait à chaque oscillation. L'eau qui fournissait la vapeur, au lieu d'être contenue dans une chaudière séparée, était déposée dans le corps de pompe même, sur la plaque métallique qui le bouchait par le bas. C'est cette plaque que Papin échauffait directement pour transformer l'eau en vapeur, et qu'il refroidissait ensuite, en éloignant le feu, quand il voulait opérer la condensation. Ainsi on peut conclure des faits incontestables que nous venons de rapporter, que si de nombreux et admirables perfectionnements ont été apportés dans la suite par les ingénieurs anglais dans l'application de la vapeur aux machines, c'est chez Papin et Salomon de Caus néanmoins que se trouve l'idée mère de cette grande invention.

Mais il restait à faire passer dans le domaine industriel la précieuse découverte des deux ingénieurs français. C'est à *Watt* que revient cet honneur. Il est vrai qu'avant lui *Savery* et *Newcommen*, mécaniciens anglais, étendant l'application de Papin, construisirent plusieurs machines qui ont rendu des services à l'industrie; mais la difficulté de leur manœuvre, la cherté de leur entretien, auraient sans doute fini par réduire ces machines au simple rôle d'instruments de démonstration, si les travaux de Watt, ce Christophe Colomb de la mécanique

(1) *Acta eruditorum*, *anno* 1688. *V.* aussi l'ouvrage imprimé à Cassel en 1695, et intitulé : *Recueil de diverses pièces touchant quelques nouvelles machines*, p. 53 et suiv. Ainsi c'est dans les collections étrangères qu'il faut aller chercher les titres d'un homme dont les travaux ont fait tant d'honneur à son pays. — Denis Papin mourut en 1710, professeur de mathématiques à l'université de Marbourg, dans l'électorat de Hesse.

et de l'industrie de notre temps, ne leur avaient donné une perfection inespérée (1). C'est donc à l'illustre mécanicien de Glascow que sont dues les nombreuses améliorations qui, en portant les machines à vapeur à l'état de supériorité où nous les voyons aujourd'hui, ont facilité leur application à tous les genres de travaux.

Tous les grands procédés mécaniques des arts industriels empruntent aujourd'hui l'emploi de la vapeur. La filature, le tissage, les travaux des mines, des épuisements, la fabrication des métaux, l'art des constructions, et jusqu'à l'agriculture elle-même, l'ont fait successivement servir à leurs besoins. Elle intervient dans les modifications que subit le sol de notre planète ; elle creuse les ports, les rivières et les canaux, coupe les montagnes et comble les vallées. Tantôt fractionnée de manière à ne produire qu'une force inférieure à celle d'un cheval ordinaire, elle sert à la confection des objets de petit volume, et s'introduit dans la chambre de l'ouvrier et jusque dans nos plus brillants magasins ; développée sur une grande échelle, elle groupe autour de centres puissants d'action des populations industrieuses uniquement occupées à surveiller ses mouvements et à alimenter sa puissance.

(1) Nous ne pouvons laisser passer, sans leur consacrer au moins quelques lignes, des perfectionnements qui ont donné un caractère tout nouveau à une découverte qui languissait depuis plus d'un demi-siècle sans donner de résultats utiles. — Watt, ayant reconnu que la machine atmosphérique de Newcommen (qui n'était autre que celle essayée par Papin en 1690) occasionnait une grande perte de chaleur, partant une grande consommation de combustible, puisqu'à chaque condensation le cylindre était refroidi, remédia à cet inconvénient en ajoutant au corps de pompe un tuyau où la vapeur se rendait après avoir produit son effet, et recevait un jet d'eau froide. C'est cet ingénieux procédé et l'exécution de ce condensateur qui forment le premier titre de Watt à la reconnaissance de la postérité. En poursuivant ses recherches sur les moyens d'économiser la vapeur, il inventa bientôt sa machine à double effet. Par cet appareil, la machine à vapeur fut complétée : indépendamment de l'économie et du redoublement de force, elle avait acquis une régularité et une précision mathématiques. — Watt, utilement secondé par Mathew Bolton, riche industriel, fonda le vaste établissement de Soho, près Birmingham, où il construisit un nombre considérable de machines à vapeur de la plus grande dimension. Possesseur d'une fortune considérable, fruit de ses utiles travaux, il mourut, âgé de 83 ans, le 25 août 1819. Son brevet, dont il a joui pendant trente années, date de 1769.

Mais la vapeur n'est pas seulement le plus puissant levier des progrès de l'industrie. Appliquée aux moyens de transport, elle enrichit l'humanité d'avantages non moins importants : par elle les fleuves et les mers, en transportant avec économie et vitesse les personnes et les choses d'une extrémité à l'autre du globe, établissent l'homme souverain absolu de l'immensité terrestre; par elle des édifices flottants parcourent nos vallées, et, abritant le pauvre comme le riche, mettent en communication immédiate des contrées livrées naguère aux tristes effets de la solitude et de l'isolement; par elle aussi de formidables machines s'élancent, rapides comme la pensée, sur ces immenses rubans de fer qui serpentent à travers nos collines, par-dessus nos rivières et nos fleuves Par sa faculté admirable d'effacer les distances, de rapprocher les hommes et les choses, la vapeur, dans un avenir peut-être rapproché de nous, élèvera l'humanité à un degré de puissance et de richesse dont l'histoire n'offre aucun exemple. Renversant les barrières créées par la main des hommes et franchissant celles que la nature a posées, elle fera disparaître ces vieilles antipathies nationales ou politiques qui ont de tout temps divisé les peuples; elle généralisera ces grands principes de paix encore éloignés de l'état actuel du monde, mais dont le règne arrivera un jour sur la terre. Et l'on verra alors les nations, unies par de pacifiques alliances, se confondre dans une grande et harmonieuse unité, réalisant ainsi sur de plus vastes proportions le spectacle qui a été donné par les diverses provinces de la France à l'époque de l'abolition de leurs barrières féodales.

Tels sont les avantages principaux que l'invention de la vapeur produira ou produit déjà sur l'organisation des sociétés. Malheureusement, il faut le dire, il est une tache à ce brillant tableau.

Moteur économique et rapide, la vapeur, en simplifiant les procédés de fabrication, diminue chaque jour la quantité de travail que la production exigeait autrefois. Ainsi, dans les filatures de Manchester, aujourd'hui une femme et un enfant suffisent pour diriger les opérations d'une machine dont la pro-

duction dépasse la quantité de travail créée jadis par quatre cents ouvriers fileurs. On pourrait croire que, puisque la part de travail humain nécessaire à l'industrie se rétrécit ainsi à mesure que s'accroît celle du travail mécanique, en revanche la valeur de ce travail s'est accrue de manière à établir une compensation nécessaire. Il n'en est rien. La concurrence, exorbitamment développée par les entrepreneurs d'industrie, a eu pour effet de réduire à leur *minimum* tous les frais de production : le travail de l'ouvrier, compté au nombre de ces frais, a subi la loi commune. Ainsi donc non-seulement **LA QUANTITÉ, MAIS AUSSI LE PRIX DU TRAVAIL A DIMINUÉ** depuis l'application de la vapeur à la production industrielle.

Il ne sera pas sans utilité pour notre sujet d'entrer plus profondément dans l'examen des causes qui ont ainsi aggravé la situation des classes laborieuses.

En jetant un coup d'œil sur l'histoire sociale des peuples, on reste convaincu que si les travailleurs des champs et des villes ont été de tout temps plongés dans les horreurs de la misère et du besoin, ce fait dérive principalement de l'état peu prospère de la richesse publique, limitée à la fois par l'imperfection des instruments de travail et par l'insuffisance de la production : la mauvaise répartition des produits entre les diverses classes de la société n'arrive qu'en seconde ligne. — Et cela se conçoit aisément. Lorsque, dans l'exercice des arts utiles, l'homme se trouve réduit au seul usage de ses doigts, de ses mains, de ses bras, évidemment l'abondance des produits se trouve limitée par la quantité de force employée à leur création Or, jusqu'au moment de l'application de la vapeur à la production, cette force a été extrêmement bornée. Aussi remarque-t-on que, dans les sociétés anciennes, malgré le constant accroissement du nombre des travailleurs, la production ne suffisait qu'à grand'peine aux besoins de la consommation. Et encore cette consommation était-elle bornée à la classe privilégiée : car la classe la plus nombreuse produisait, mais ne consommait pas, ou du moins ne consommait que

dans une proportion nullement en rapport avec ses besoins. On produisait si peu et à si grands frais, que les objets fabriqués atteignaient des prix qui en limitaient considérablement la consommation.

Une autre cause de l'état d'infériorité de la constitution économique des sociétés qui ont précédé la nôtre, c'est le chiffre extrêmement peu élevé du fonds social. — Le capital est le fruit du travail. Le travail manuel ne créant qu'un très-faible produit, la somme des bénéfices qui en résultait devait nécessairement être peu considérable, et encore devait-elle être appliquée immédiatement aux frais nécessités par la production. Le fruit du travail d'un certain laps de temps ne suffisait qu'à grand'peine pour la nourriture du surplus de population survenu dans la même période; de sorte que le fonds social ne pouvait se multiplier que lentement et dans une proportion infiniment peu en rapport avec l'accroissement de besoins déterminé par les progrès de la civilisation.

Telle n'est point à beaucoup près la condition des sociétés actuelles. L'homme moderne, en pliant à ses lois les grandes forces de la nature, s'est créé des agents mécaniques qui lui ont donné, avec moins de travail, une plus grande quantité de produits. Ces produits, vingt fois plus abondants et moins coûteux, à termes égaux, que ceux créés par les moyens ordinaires, suffisent largement aux besoins singulièrement accrus de la consommation; souvent même ils les dépassent. Il en résulte alors qu'au bout d'un certain temps ces produits constituent une *épargne* à laquelle viennent se joindre les économies réalisées sur le travail des époques antérieures. — L'accumulation de l'*épargne* forme le *capital*. C'est avec le capital que l'on élève les manufactures, que l'on bâtit les ateliers, que l'on se pourvoit de machines et des autres éléments de production. — Lorsque la vapeur s'est substituée aux lents et coûteux moteurs qui servaient à la production industrielle, elle a été mise en œuvre par les efforts de la bourgeoisie, c'est-à-dire de la classe travailleuse, qui, par l'accumulation des épargnes opérées sur le travail des années antérieures, était parvenue à acquérir une certaine

portion de capital. L'effet de cette admirable découverte étant d'accroître économiquement la production, et par conséquent d'élever le chiffre du produit net, il est évident que les propriétaires des capitaux, au service desquels cette invention s'est trouvée en quelque sorte monopolisée, ont dû en retirer des bénéfices considérables. C'est de là, en effet, que dérive l'enrichissement rapide et progressif de notre bourgeoisie industrieuse.

Malheureusement les travailleurs du peuple, dont à aucune époque le labeur n'a été assez rétribué pour leur permettre de réaliser des économies et se former un capital, n'ont retiré aucun bénéfice immédiat de la découverte de la vapeur. Jusqu'ici même ils n'en ont guère ressenti que les inconvénients, et leur part de travail a diminué à mesure que croissait celle du travail mécanique. Leur extrême concurrence n'a pas tardé ensuite à produire la diminution successive des salaires. Considérés par le fabricant, par le metteur en œuvre, comme partie intégrante du mécanisme employé à façonner les produits, les travailleurs ont vu leur salaire, compté au nombre des frais mécaniques de production, diminuer constamment à mesure que les procédés de fabrication devenaient plus parfaits.

L'active concurrence établie entre les entrepreneurs d'industrie stimule encore cette diminution du chiffre de la valeur normale des salaires. Chaque réduction imposée par un fabricant à ses ouvriers lui procure en effet un avantage instantané sur ses concurrents, en lui permettant de livrer ses produits à des prix inférieurs aux leurs. Ainsi, ce qui fait l'avantage du capitaliste tourne au détriment du travailleur; plus les produits de l'industrie tendent à se multiplier par l'économie de leurs frais de fabrication, moins ils deviennent accessibles à ceux aux dépens de qui une portion de cette économie s'obtient.

A vrai dire les classes ouvrières ont eu part aux avantages indirects signalés plus haut : certaines étoffes, certains produits de l'industrie ont été répandus en si grande abondance et à des prix si modérés, que l'humble artisan a pu disposer de jouissances jusque-là réservées à l'aisance et à la fortune. Mais, en com-

pensation, la vie animale, qui absorbe la plus forte part du revenu du travailleur, est devenue plus chère à mesure que l'industrie mécanique s'est développée davantage. — Ce fait s'explique par l'état d'infériorité dans lequel les tendances trop exclusives du siècle ont fait descendre l'agriculture, cet élément vital de la prospérité publique. En France on semble aujourd'hui méconnaître que l'agriculture est une sorte de manufacture qui exige des capitaux tout comme en exige une filature de coton ou une fabrique de draps. — Quelle est la cause première de l'état prospère de l'agriculture anglaise, abstraction faite des effets de l'odieuse loi des céréales? C'est qu'en Angleterre la terre est considérée comme un instrument de travail, et que de nombreux capitaux ont servi à la féconder. En France, au contraire, l'agriculture a été abandonnée à ses propres forces, ou livrée sans défense à la lèpre rongeuse de l'usure, dans le temps même où l'industrie manufacturière recevait tous les fonds de nos capitalistes, séduits par la merveilleuse activité de ses opérations et par les bénéfices brillants qui en sont la suite. — Un tel état de choses devait avoir et a eu effectivement pour résultat d'abaisser considérablement les frais de la production manufacturière, et de laisser à peu près stationnaires ceux de la production agricole. Ainsi, pendant que les besoins s'augmentaient par suite de l'accroissement de la population, les frais de production agricole restaient les mêmes; pendant que l'industrie manufacturière, grâce à l'emploi de la vapeur, accroissait considérablement ses facultés de production, l'industrie agricole, ne disposant, faute de capitaux, que d'un très-petit nombre d'instruments perfectionnés de travail, ne pouvait suivre la même impulsion. Ce malaise de notre agriculture, aggravé par d'autres causes encore, par l'extrême morcellement du sol (1), la rareté excessive des établis-

(1) Les économistes et les agronomes sont unanimes aujourd'hui pour regarder le morcellement infini qui s'est opéré et qui s'opère encore dans la culture du sol comme l'une des causes les plus actives de l'infériorité actuelle de cet art. Certes, la France n'en est point à se repentir d'avoir partagé son sol entre

sements d'instruction primaire et spéciale, l'inégale répartition de l'impôt, la mauvaise constitution de notre régime hypothécaire, et, pour tout dire en un mot, par l'ignorance profonde à cet égard des hommes qui nous gouvernent (1), toutes ces causes réunies, en empêchant les progrès de l'agriculture, ont contribué à accroître le prix des denrées de première nécessité, et par conséquent la misère du peuple.

Telle a été, autant du moins qu'il nous était possible de l'exposer en peu de mots, l'influence désastreuse que l'application de la vapeur à la production industrielle a exercée sur la condition des classes laborieuses. Cette influence a contribué à séparer de plus en plus le travailleur du capitaliste, en accroissant démesurément la richesse de l'un et en diminuant les ressources de l'autre, en favorisant la tendance de la bourgeoisie à se constituer en féodalité industrielle, tandis qu'elle a fait descendre l'ouvrier moderne presque au niveau de l'esclave antique, en appesantissant sur lui le joug des nécessités de la vie, en enchérissant sa nourriture et en diminuant le taux de son salaire.

Le problème à résoudre consiste à faire disparaître de nos sociétés toute trace d'antagonisme. Pour que le principe évangélique de la fraternité humaine descende de la théorie à l'application, il faut que tous les travailleurs deviennent capitalistes,

un plus grand nombre de ses enfants. Il est heureux, au contraire, que la propriété se divise, c'est une garantie d'ordre, de bien-être et de liberté ; mais ce qui est facheux, c'est qu'en divisant la propriété on ait aussi divisé la culture : car il n'y a que la grande culture qui permette l'usage des grands procédés d'exploitation, et il n'y a que ces procédés qui donnent de grands produits.

(1) La discussion récente de la loi des douanes a parfaitement mis en relief l'incurie de la majorité de nos corps législatifs, qui, sur la plupart des points, a déserté la défense de l'agriculture, cet élément principal de la prospérité publique. « La meilleure agriculture, dit un agronome distingué, est celle qui produit autant de pain et plus de viande, moins de peine et de dépense, plus d'argent et plus de loisir pour les soins à donner à l'intelligence humaine » (M. de Tamisier, *Rapport au comice agricole de Seine-et-Marne*). C'est ainsi, en effet, que doit être définie la bonne agriculture, et il est déplorable que ceux qui se prétendent les vrais mandataires du peuple déploient à la défense de ses plus chers intérêts si peu d'aptitude ou d'honnêteté.

et que leur condition s'élève au niveau de celle des maîtres. Il ne s'agit point ici, selon l'expression pittoresque de l'éloquent et à jamais regrettable Garnier-Pagès, de *raccourcir les habits pour en faire des vestes ;* il s'agit au contraire d'*allonger les vestes pour en faire des habits*, il s'agit de rendre le travail du prolétaire assez fructueux pour subvenir à son entretien journalier, et lui permettre, par des économies, de se former un capital ; il s'agit, en un mot, de *relever le taux des salaires du peuple sans nuire aux intérêts de la bourgeoisie qui fournit ces salaires.*

Mais quelle voie suivre pour atteindre un semblable résultat ? Par quels moyens rendre profitable à tous le travail de tous? Comment généraliser et répandre dans les masses les nouveaux capitaux produits par l'industrie, et qui, détournés par leur agglomération en quelques mains de leur destination providentielle, tendent à constituer une féodalité nouvelle, plus dangereuse cent fois que ne l'était l'ancienne? — Ces moyens, qui sont divers, ont été indiqués avec une rare clarté d'expression par un jeune économiste d'un grand mérite (1) : l'un des plus efficaces et le seul dont nous aurons à nous occuper ici, celui dont l'action sociale pourra devenir la plus vaste et la plus féconde, dérive de la vapeur elle-même et des nombreuses applications qui en ont été faites.

Nous avons vu en effet que la vapeur, devenue le grand moteur universel, fera disparaître de nos sociétés ce même antagonisme qu'aujourd'hui elle tend accidentellement à accroître, parce qu'elle donnera à tous les travailleurs la possibilité d'acquérir une part équitable et nécessaire dans la répartition

(1) M. G. de Molinari. *V.* l'opuscule intitulé : *Des moyens d'améliorer le sort des classes laborieuses,* in-8, février 1844. Parmi ces moyens, celui qui semble devoir le mieux remplir son objet, et qui nous a le plus frappé par les avantages qui résulteraient inévitablement de son emploi, c'est la *publicité du travail* par l'établissement de bourses spéciales, qui seraient pour les transactions des travailleurs ce que sont les bourses actuelles pour les opérations des capitalistes. Sans contredit, cette idée, qui répond à l'un des plus urgents besoins de notre époque, est de nature à recevoir une grande et féconde application.

du capital social, considérablement accru par la rapidité et par l'économie de la production. Cet accroissement du fonds social, en facilitant la multiplication des instruments perfectionnés de travail, donnera à toutes les branches de l'atelier national une impulsion puissante ; les travaux agricoles alors, aidés du concours d'un gouvernement qui ne pourra guère rester inintelligent et stationnaire au milieu du progrès général, recevront des améliorations équivalentes à celles qui ont causé une si étonnante révolution dans la fabrication industrielle. De ce moment, ces deux grandes sources de la prospérité des Etats, s'unissant au lieu de se combattre, feront converger tous leurs efforts vers un seul et même but : l'accroissement à la fois rapide et régulier de toutes les branches de la production.

Mais, nous l'avons vu également, la puissance nouvelle n'est pas destinée seulement à servir aux travaux de la production industrielle : appliquée comme moteur aux grandes voies de communication, elle dotera l'humanité de bienfaits non moins importants. Plus loin (1), nous aurons à déterminer l'importance et l'action civilisatrice des voies de communication en général, comme moyen de transport des personnes et des choses ; mais n'ayant à nous occuper ici que de l'influence qu'exerceront sur l'amélioration du sort des classes laborieuses les voies de communication desservies par la vapeur, quelques observations sur le mode de formation des produits ne seront pas inutiles à l'intelligence des considérations que nous avons à émettre sur cet objet important.

II.

Pour être mises à la portée du producteur et du consommateur, toutes les denrées, tous les objets indistinctement, exi-

(1) *V.* p. 39 l'*Examen comparatif des grandes voies de communication.*

gent des frais qui peuvent être rangés en deux classes bien distinctes, *les frais de transport* proprement dits et *les frais commerciaux.*

Les *frais de transport* dépendent du poids et de la valeur du produit, et surtout du degré de facilité des voies de communication, du tirage qu'elles occasionnent et de l'économie du moteur qui s'y trouve employé. Dans l'état actuel de l'industrie des transports, les frais de déplacement doublent, triplent, quadruplent même en certains cas la valeur des produits, et absorbent ainsi la plus grande partie des forces employées dans l'atelier national. Améliorer cette industrie par le perfectionnement des voies de communication, c'est donc diminuer les frais de transport, c'est-à-dire la partie la plus importante des frais de production, et réaliser sur ces frais, essentiellement parasites, une économie dont toutes les autres industries et tous les consommateurs indistinctement doivent en même temps profiter.

Toute espèce de frais indépendante du transport, exigée par un produit pour arriver de l état où la nature le donne dans les mains de l'industriel qui le façonne, et ensuite dans celles de l'individu qui le consomme, rentre dans la catégorie des *frais commerciaux;* chaque produit subit en effet dans sa route un grand nombre d'opérations, dont les frais s'ajoutent à la valeur primitive, et en élèvent sensiblement le taux (1). Ces frais disparaissent ou sont considérablement réduits lorsque le transport s'effectue promptement.

Si donc le déplacement des produits s'opère à la fois avec économie et vitesse, il se manifestera dans les frais commer-

(1) Les frais commerciaux se composent de l'intérêt du capital représentant la valeur des marchandises durant le transport, ainsi que des droits d'emmagasinage, de primes contre les chances commerciales courues, contre les détériorations durant le transport, contre l'infidélité des voituriers, etc., des droits d'entrepôt, d'emballage, etc., etc., etc. Les éléments de ces frais sont si nombreux et sujets à tant de variations, qu'ils deviennent presque toujours pour le commerçant l'objet des plus cruels mécomptes.

ciaux et dans ceux de transport proprement dits, une diminution considérable. Cette diminution, jointe à celle résultant déjà de l'application directe de la vapeur à la production, opérera dans le prix définitif des produits une baisse proportionnelle qui augmentera considérablement le chiffre de la consommation en rendant ces produits accessibles à toutes les classes de la société. C'est dans ce sens que l'application de la vapeur à la locomotion constitue le plus puissant moyen d'accroître l'aisance et la prospérité d'un pays : car la richesse et le bien-être, c'est la production abondante et peu coûteuse, c'est l'échange aux moindres frais possibles des divers objets qui sont le résultat de la production, c'est, pour tout dire en un mot, l'établissement de rapports intimes et immédiats entre la *production* et la *consommation*, ces deux éléments essentiels de la vitalité d'un pays.

Ainsi, pour ne citer qu'un fait restreint et relatif à notre commerce intérieur, il est bien évident que la France, indépendamment de la richesse de son sol, est aussi riche, plus riche même qu'aucun autre pays d'Europe en travailleurs habiles, en matières premières, en métaux, en bois, combustibles, etc. Tout cela, aux lieux de production, coûte moins que dans beaucoup d'autres pays, qu'en Angleterre surtout, et la France cependant ne peut soutenir même la concurrence intérieure, parce que les frais de transport s'ajoutent dans des proportions trop considérables à la valeur primitive des produits lorsqu'ils arrivent aux lieux de consommation ou d'exploitation. Il n'est qu'un seul remède à opposer à un tel état d'infériorité : c'est d'établir des chemins nombreux et bien entretenus, qui diminuent les frais de production sans diminuer les profits du producteur, des chemins qui relient les campagnes aux grandes artères commerciales, aux routes, aux canaux et aux rivières; il faut, et par-dessus tout, des chemins de fer, afin de pouvoir opérer les transports avec économie et rapidité. Arrivés là, nous verrons tous les produits diminuer de valeur sans que le producteur y perde, la consommation augmenter par suite de la diminution du prix de

2*

production, et le salaire de l'ouvrier, tout en restant le même, subir une augmentation considérable par le seul fait des améliorations successives dont le monde matériel aura été l'objet.

Examinons par quels ressorts l'état actuel des relations sociales viendra à être ainsi transformé.

En général, les produits de l'agriculture présentent une petite valeur sous un grand volume, et les frais de transport ont par conséquent une grande influence sur leurs prix de revient aux marchés de consommation. Souvent aussi on est obligé de consommer sur les lieux mêmes où ils sont cultivés certains produits du sol, parce que la lenteur des véhicules ordinaires de transport occasionne leur prompte détérioration. — La cherté et la lenteur de la locomotion exercent donc, de tous points, une influence fâcheuse sur le prix des objets de consommation. Il résulte de ce fait, dont les conséquences sont également désastreuses pour le peuple des campagnes et pour la population des villes, que les matières agricoles se vendent à des prix excessivement bas dans la plupart des lieux de production, et ne rémunèrent point par conséquent dans une mesure suffisante les ouvriers employés à la culture des terres, tandis, au contraire, que dans les grands centres de consommation leur cherté devient extrême et cause en partie le malaise de la classe laborieuse. La locomotion rapide et peu coûteuse de la vapeur changera complétement cette situation; elle rendra les prix des substances alimentaires à la fois plus modérés et plus uniformes, et contribuera, en ce sens, d'une manière efficace à améliorer la condition des classes pauvres.

Les chemins de fer exerceront sur le taux des salaires une influence non moins bienfaisante. La concurrence extrême des travailleurs et leur excessive agglomération dans certains grands centres d'industrie sont les principales causes de la dépréciation des salaires. Lorsqu'un ralentissement survient

dans la production ou lorsqu'un nouveau progrès de l'industrie mécanique rétrécit soudain la part de travail dévolue à chacun, des milliers d'ouvriers se trouvent tout à coup rejetés de l'atelier dans la rue, sans moyens d'existence, sans autre alternative que celle de mendier ou de mourir de faim. Le travail est en effet tout le capital des prolétaires, et ses époques d'intermittence sont mortelles aux travailleurs. — Cependant il est rare qu'il vienne à manquer tout à la fois dans tout un pays. Il y a toujours des endroits où il est plus demandé, d'autres où il est plus offert. Cette inégalité résulte encore de la cherté et de la lenteur des moyens de transport. Si les travailleurs pouvaient parcourir rapidement et à peu de frais toute la surface d'un pays, ils ne se trouveraient pas si souvent condamnés à vivre de privations dans des villes où le travail manque, tandis qu'à cent lieues, ou même à vingt lieues, le nombre des bras disponibles ne suffit pas aux exigences de la production. Le perfectionnement des voies de communication, en rendant facile le déplacement de l'ouvrier, aura donc pour effet d'uniformiser et de relever le taux du salaire. La situation des masses laborieuses deviendra par là moins précaire, et elle pourra s'améliorer graduellement.

Un mot encore quant à l'influence des chemins de fer sur l'extension de l'industrie et les progrès de la civilisation.

Les chemins de fer ont principalement pour effet de faire disparaître les distances, de mettre les extrémités d'un royaume en contact avec le centre, de réduire en quelque sorte à un point unique toute la surface de ce royaume.

C'est ainsi qu'aujourd'hui, en France et généralement en Europe, l'Angleterre exceptée, la vitesse moyenne des voitures publiques n'est que de deux lieues à l'heure. La malle-poste, qui ne sert qu'à un très-petit nombre de privilégiés, atteint tout au plus la vitesse de trois lieues et demie. Le chemin de fer le plus grossièrement établi réalise une vitesse moyenne de six lieues à l'heure, c'est-à-dire trois fois plus grande que celle de nos diligences. D'où il résulte, ainsi que l'a fait remarquer M. Michel Chevalier, qu'à l'aide

des chemins de fer un pays trois fois plus long et trois fois plus large que la France, et par conséquent *neuf* fois plus vaste, se trouvera, sous le rapport des communications et pour les relations des hommes entre eux, dans la même situation que la France actuelle dépourvue de chemins de fer. Si l'on suppose une vitesse de dix lieues à l'heure, quintuple par conséquent de celle des voitures ordinaires, le rapprochement des hommes et des choses s'accélère dans la même proportion, c'est-à-dire qu'avec des chemins de fer de dix lieues à l'heure un territoire *vingt-cinq* fois plus grand que la France, ou quatre fois et demie aussi étendu que l'Europe occidentale (1), serait centralisé au même degré qu'aujourd'hui la France et pourrait s'administrer aussi vite. Or, nous le demandons, quel plus puissant moyen la France pourrait-elle employer pour consolider et rendre plus intime cette admirable unité dont l'Assemblée constituante a posé les premiers fondements? Quel plus puissant moyen pour réaliser cette association universelle vers laquelle le monde marche à grands pas, et qui naguère encore n'apparaissait qu'à l'état d'utopie et de chimère?

« L'effet naturel du commerce, dit Montesquieu, est de porter à la paix. Deux nations qui négocient ensemble se rendent réciproquement dépendantes: si l'une a intérêt d'acheter, l'autre a intérêt de vendre, et toutes leurs unions sont fondées sur des besoins mutuels. » Or rien ne facilite et ne développe les relations commerciales comme des voies de communication économiques et rapides. Lors donc que toutes les nations se trouveront plus rapprochées les unes des autres, elles multiplieront inévitablement leurs échanges, les industries se classeront mieux, et le grand commerce prendra une nouvelle extension. Les relations d'intérêts feront naître les sympathies morales et

(1) Comprenant la France, l'Angleterre, l'Espagne et le Portugal, la Suisse, l'Italie, la Prusse, la confédération germanique, la Hollande, la Belgique, le Danemark.

détermineront les unions politiques. Après s'être si longtemps visités pour se combattre, les peuples se visiteront désormais pour se connaître et s'aimer. Les barrières matérielles finiront par s'abaisser devant l'impossibilité absolue d'empêcher la fraude tentée chaque jour par des milliers de voyageurs; elles seront emportées par le grand courant de la circulation. Avec elles disparaîtront peut-être aussi ces vieilles antipathies nationales ou politiques qui de tout temps ont divisé et ruiné les peuples.

Que si, malgré la tendance générale des esprits vers le progrès pacifique, une guerre devait éclater encore, les chemins de fer donneraient les moyens de la terminer promptement. En quelques jours, grâce à ces admirables véhicules de locomotion, toute la population armée d'un pays pourrait être portée sur un même point; une seule bataille déciderait du sort d'un royaume, et la plus longue guerre ne durerait que quelques mois.

En rendant les communications plus fréquentes entre les personnes, les chemins de fer contribueront à la diffusion des lumières et au mélange des populations. En Angleterre et aux Etats-Unis, on voit des professeurs habiles employer leurs vacances à parcourir les différentes villes du royaume, en propageant la science autant à leur avantage personnel qu'au profit des masses. Il n'est pas douteux qu'un tel usage ne s'introduise en France avec le perfectionnement des voies de communication, et qu'il ne remédie aux inconvénients de l'agglomération dans Paris des premières capacités du pays.

Comme véhicules de la pensée, ils sont encore appelés à remplir un autre rôle non moins important. Les télégraphes actuels, ne pouvant fonctionner ni de nuit ni par le mauvais temps, ne remplissent que très-imparfaitement leur objet. L'application de l'électricité aux communications télégraphiques n'est déjà plus à l'état de projet : des télégraphes galvaniques, construits parallèlement aux chemins de fer en différents points d'Angleterre, d'Allemagne et des Etats-Unis, transmettent les ordres d'une extrémité à l'autre du chemin avec une rapidité

prodigieuse, à peu de frais, à toute heure et par tous les temps.

Ce système de télégraphie va être établi en France sur les lignes de fer déjà construites; nul doute que les avantages qui résulteront de ce nouveau moyen de communication ne portent le pays à en réclamer une juste part, au lieu d'en laisser au gouvernement le monopole exclusif.

Les chemins de fer n'ayant pu jusqu'à présent rivaliser avec les canaux pour le transport économique des objets qui, tels que les engrais, n'ont que peu de valeur sous un grand volume, sous ce rapport leur influence sur l'accroissement de la production agricole paraît devoir être moins sensible que celle des canaux; mais, en revanche, elle sera immense sur un grand nombre d'industries, par l'activité qu'ils imprimeront à l'exploitation du combustible minéral, et aussi par l'action directe qu'ils exerceront sur d'autres branches de la fabrication. Déjà en Angleterre et aux Etats-Unis on voit des lignes desservant les bassins houillers se substituer aux canaux dans des lieux où l'établissement de ces voies navigables eût été trop coûteux, exercer sur le chiffre de la production de la houille et sur son prix de revient une très-grande influence, et contribuer ainsi puissamment aux développements de l'industrie métallurgique, cette mère de toutes les autres industries.

Mais, pour que les chemins de fer puissent partout exercer cette bienfaisante influence, il est indispensable qu'ils soient mis à la portée de toutes les classes de la société. Il faut qu'ils soient exploités de telle sorte qu'ils présentent à la fois des commodités à l'homme riche et de l'économie au pauvre. Il faut aussi que dans leurs tarifs les produits agricoles, les substances alimentaires de la masse du peuple, aient une place exceptionnelle, que le transport de ces objets de grande consommation s'opère à des prix extrêmement bas. — Si ces conditions essentielles ne sont point remplies, les nouvelles voies de communication, au lieu de contribuer à effacer l'antagonisme d'intérêts qui règne entre les différentes classes de la société, auront plutôt pour effet de le consolider et de le perpétuer. Si, par suite de l'élévation de leurs tarifs, les chemins à

vapeur ne sont accessibles qu'à la classe bourgeoise et ne peuvent servir qu'au transport de ses voyageurs et des produits spécialement destinés à son usage, sans doute ils ne cesseront point d'être une cause active de prospérité pour la société, mais les bénéfices de cette prospérité seront monopolisés entre les mains de quelques-uns, au lieu d'être recueillis par tous, et les nations, en acquérant cette puissante machine de transport économique, auront fait un pas de plus vers la féodalité industrielle, ce dangereux écueil de la civilisation moderne!

Tels sont les avantages principaux que la découverte des chemins de fer promet à l'humanité; l'expérience et le temps en feront connaître sans doute d'autres encore, de plus grands et de plus salutaires, que notre génération ne soupçonne même pas. Qui aurait pu dire, à la naissance de l'imprimerie, que de la presse inventée par Guttemberg sortirait un jour la liberté de la pensée?... Il ne faut donc pas traiter de rêveurs ceux qui disent que la machine à vapeur affranchira l'homme de la servitude matérielle comme l'imprimerie l'a relevé de la servitude intellectuelle, et que, grâce aux progrès de la science mécanique, les classes laborieuses, demeurées si longtemps déshéritées de leur part de bonheur sur la terre, finiront par s'émanciper à leur tour, qu'elles cesseront enfin de se disputer avidement les miettes du festin des riches pour aller s'asseoir, elles aussi, au banquet de la communauté chrétienne. Non, tout cela n'est point un rêve; car la loi du progrès régit le monde, car la condition matérielle et morale de l'humanité s'améliore et s'élève sans cesse... Et qu'on le remarque encore, tous les progrès sont solidaires, tous dérivent de la même pensée et concourent au même but, tous sont des fils mystérieux dont la Providence se sert pour conduire l'humanité au bien; tous par conséquent, à quelque ordre qu'ils appartiennent, ont la même importance et la même grandeur.

Dans un discours prononcé à la chambre des députés sur la loi des chemins de fer, M. de Lamartine a admirablement

développé ces idées de la valeur morale des inventions de l'ordre matériel. Nous terminerons ce sujet en rapportant quelques-unes des paroles de l'éloquent orateur. — « On cherche trop à avilir les intérêts matériels. Je dis que sous ces vils intérêts matériels se cache une pensée morale et profonde, une pensée de développement intellectuel, non-seulement pour le pays, mais pour l'Europe et pour le genre humain tout entier. Je dis que ces vils intérêts matériels ne sont au fond que des instruments dont vous dotez les idées dans le monde; je dis que vous ne connaissez pas, que vous ne pouvez pas connaître la portée de l'œuvre que vous allez faire pour la France et peut-être pour l'univers, car son exemple est une loi suivie en Europe. On ne sait pas, on ne sait jamais ce qu'on fait en touchant aux grandes inventions qui ont honoré l'esprit humain; il n'y a personne qui sache ou qui puisse dire ici s'il y a plus de moralité, plus de développement de l'intelligence dans une pensée de l'ordre le plus élevé, dans une pensée de Platon par exemple, que dans l'invention des machines à vapeur, que dans la pensée de Watt! Non, personne ne peut le dire, mais tout le monde dira que *les inventions de l'ordre matériel sont le plus puissant véhicule des idées et des efforts de l'intelligence dans le monde* » (discours du 10 mai 1842).

EXAMEN

Comparatif et Historique

DES GRANDES VOIES DE COMMUNICATION.

L'attention publique, depuis un petit nombre d'années, s'occupe activement de l'établissement des différentes voies de communication et des questions économiques qui s'y rattachent. Chacun reconnaît aujourd'hui que par les développements qu'elles impriment au commerce et à l'industrie, les voies de communication, grâce à l'invention de la vapeur, constituent l'auxiliaire le plus puissant du mouvement qui entraîne l'humanité dans les voies du bien-être matériel, lesquelles, comme nous l'avons vu, sont aussi celles de l'affranchissement intellectuel et de la culture morale.

Cette importance des voies de communication ne s'attache pas seulement à celles que dessert la vapeur. Quel que soit l'état d'imperfection où elles sont restées jusqu'à nos jours, et bien que leur importance ait été plutôt militaire que commerciale, les anciennes voies de transport occupent cependant un rang élevé dans l'histoire du progrès civilisateur qui, partout et à toutes les époques, nous les montre comme étant à la fois la cause et l'indice de la prospérité des peuples : toujours on les voit se développer avec la civilisation et disparaître quand vient la barbarie; en un mot elles n'ont point cessé d'être le grand lien matériel de la sociabilité.

Ce rôle élevé des anciens modes de transport nous faisait une loi de déterminer, dans le cours de ce livre, la part d'influence qui leur restera dévolue par suite de la brusque apparition de la vapeur au sein des sociétés modernes. D'un autre côté, ayant à compléter les considérations que nous avons émises sur l'importance des voies de communication dans l'ordre matériel, comme dans l'ordre intellectuel, moral et politique, il était indispensable de préciser auparavant les avantages qui leur sont propres, d'examiner la propriété distinctive de chacune d'elles, leur vertu particulière, si l'on peut ainsi parler, de tracer rapidement l'historique de leur établissement et celui des améliorations dont elles ont été successivement l'objet, soit en elles-mêmes, soit à l'aide du véhicule ou du moteur qui les dessert. Ce point essentiel éclairci, notre attention se trouvera suffisamment préparée au développement des matières qui sont l'objet de ce livre, et dont nous ferons l'exposé en terminant cet *Examen comparatif des voies de communication.*

EXAMEN

COMPARATIF ET HISTORIQUE

DES GRANDES VOIES DE COMMUNICATION.

Considérations générales. — I. Des Routes ordinaires. — II. Des Voies navigables. — III. Des Chemins de fer. — Conclusion et dessein général de cet ouvrage.

L'un des premiers besoins qui se soit fait sentir à l'origine des sociétés a été sans contredit celui d'effectuer entre des provinces, entre des pays que séparent de longues distances, la diffusion et l'échange des produits divers dont Dieu a doté les diverses régions. Ce besoin, en nécessitant le déplacement des produits, a déterminé l'établissement et l'amélioration des voies de communication sans lesquelles ce déplacement eût été impossible.

L'établissement d'un système complet de voies de communication, non pas seulement entre les diverses provinces d'un même Etat, mais entre tous les Etats qui composent un même continent, a toujours été regardé comme le moyen le plus sûr d'effacer de nos sociétés toute trace d'antagonisme social ou politique, d'activer les progrès de la morale et de la civilisation, de répandre parmi les peuples l'aisance, le bien-être, et enfin d'accroître régulièrement et d'une manière constante les facultés productives des sociétés.

Les voies de communication ont pour effet de détruire l'antagonisme social et politique par la fusion des intérêts et l'intime rapprochement des individus et des nations; elles activent les progrès de la civilisation en atténuant les tristes suites de la routine et des préjugés populaires, en décentralisant les

grandes découvertes, les œuvres d'art et les travaux de la pensée ; elles répandent le bien-être, en ce sens que la division du travail, en se répartissant avec plus de régularité, crée pour toutes les industries des débouchés nouveaux et plus nombreux ; enfin les voies de communication figurent au premier rang parmi les moyens généraux qui servent à accroître la puissance productive des sociétés ; car c'est par elles que se lient et se rapprochent les deux grands éléments de vitalité d'un pays, la production et la consommation ; c'est par elles que ces éléments s'activent et se développent : elles donnent plus d'activité à la production par l'ouverture des débouchés et la possibilité d'écouler les produits à mesure qu'ils se forment ; par la rapidité des transports, elles multiplient les échanges et amènent au commerce, ainsi qu'à l'industrie, des tributaires plus nombreux et des consommateurs jusque-là ignorés.

Un peuple privé de voies de communication sera réduit à vivre de ses propres ressources ; il gardera une sorte d'originalité caractéristique et primitive dont seront éprises pour un moment quelques âmes poétiques ; mais il sera complétement étranger aux arts comme aux sciences, et vivra dans un isolement essentiellement contraire aux développements de la civilisation, de l'industrie et du progrès. L'échange, la consommation des produits du sol et de l'industrie se trouveront ralentis, suspendus ; des valeurs qui ne demandent qu'à changer de lieu pour s'accroître rapidement, se déprécieront en restant sur place. Chez un tel peuple, les bras restent inactifs, les esprits s'affaissent, tout languit ; une population active, intelligente, laborieuse, se voit dans l'impuissance de féconder par son travail les sources de richesses que la Providence lui avait départies.

Dans un pays qui se trouve au contraire doté de bonnes voies de communication, des inventions utiles surgissent tout à coup, des industries nouvelles s'établissent; celles déjà existantes agrandissent le rayon de leur activité. Le commerce prend une extension relative ; les ventes se multiplient, la concurrence s'établit. A mesure que les distances s'effacent et que le marché national prend plus d'extension, l'offre et la demande se balancent mieux, avec plus de permanence et de suite ; les prix se nivellent paisiblement et sans secousses ; les capitaux circulent et se répandent ; le bien-être s'établit. C'est par le

manque de communications faciles que des provinces entières, au sein même des Etats les mieux civilisés, sont condamnées à la misère la plus profonde, malgré la fécondité de leur sol et la richesse des productions renfermées dans leur sein. Tracez-y de bonnes voies de communication, et bientôt l'abondance y régnera; des produits avilis et sans valeur, par suite du manque de débouchés, se répandront au dehors et amèneront, par la voie des échanges, l'aisance et la prospérité dans des contrées jusque-là pauvres, stériles et dépeuplées.

Néanmoins il est à remarquer que si les voies de communication activent le mouvement de circulation des personnes et des choses, elles ne le créent pas. Ce mouvement même est, pour ainsi dire, l'indice du degré d'activité de l'industrie humaine. Presque nul dans l'enfance des sociétés, il s'étend et s'accélère dès que l'homme commence à agrandir sa sphère d'action. A mesure que les besoins matériels des populations s'accroissent, elles éprouvent plus vivement le besoin de se déplacer, d'échanger au loin leurs produits. C'est alors que les grandes voies de communication leur deviennent véritablement utiles, et qu'elles peuvent contribuer à développer leur industrie et leur commerce. C'est là un fait que démontre l'histoire du progrès social, et sur lequel, d'ailleurs, nous aurons l'occasion de revenir.

On compte trois sortes de voies de communication : ce sont, en premier lieu, les routes de terre; en second lieu, les voies navigables, c'est-à-dire les rivières et les canaux. Le dernier moyen de communication, d'une invention toute moderne, est celui des chemins de fer, qui forme l'objet essentiel de ce livre.

I.

DES ROUTES ORDINAIRES.

Avantages généraux des routes. — Aperçu historique. — Statistique et division des routes en France.

Les routes ordinaires, en donnant le moyen de se servir de voitures pour le transport des personnes et des choses, constituent le premier pas fait par la civilisation vers des progrès ul-

térieurs. Dans les pays, et ils sont nombreux, où les routes n'existent pas (1), le moteur, homme ou cheval, est condamné à supporter la totalité de la charge, tandis qu'au moyen des routes et d'une charrette, appareil formé de deux roues tournant sur un essieu qui traverse leur axe, il n'a plus à surmonter que le frottement généralement léger de l'essieu sur la roue et la résistance qu'éprouve la jante de cette roue contre les aspérités du chemin. Un cheval de force moyenne, marchant au pas, neuf à dix heures sur vingt-quatre, ne peut, d'après le savant M. Arago, porter au delà de 100 kilog., tandis que, attelé à une voiture circulant sur une route ordinaire, ce cheval, dans les mêmes conditions et sans se fatiguer davantage, traînera un fardeau de plus de 1,000 kilog., non compris le poids de la voiture. Ainsi donc ce moyen de transport, qui au premier abord apparaît comme la condition inséparable de toute société, constitue cependant une grande et utile invention, dont l'effet est de réduire de plus de neuf dixièmes la somme d'efforts que le transport exige. S'il est vrai de dire, avec l'un de nos meilleurs économistes (M. Blanqui), que *le commerce est un voiturage*, que l'on juge de l'influence immense que les routes ont exercée sur le développement de la richesse et de la prospérité des peuples !

Résumé historique. Les plus anciennes routes de terre dont parle l'histoire des peuples de notre tradition sont celles que la fastueuse Sémiramis, l'épouse de Ninus, fit pratiquer dans toute l'étendue de son empire. Ces routes avaient le caractère grandiose qui distingue les monuments de cette époque ; mais le mouvement des intérêts moraux et matériels des

(1) Si l'on en excepte l'Algérie et les Etats-Unis, cette situation est encore celle de tous les pays situés hors d'Europe. On évalue que les contrées ainsi privées de routes et de moyens de communication forment les cinq septièmes de l'étendue du globe. Il est même plusieurs pays d'Europe qui en sont presque entièrement dépourvus. La Russie, à l'exception de quelques directions importantes, comme celle de Saint-Pétersbourg à Moscou, ne possède de routes praticables que celles que font les gelées ou les neiges : dès que l'hiver a disparu, les transports deviennent d'une difficulté extrême. L'Espagne n'est guère mieux partagée sous ce rapport. La malheureuse Italie non plus. La Corse ne possède d'autres routes que celles que le gouvernement français y a fait construire dans ces dernières années. Auparavant les voitures et charrettes étaient inconnues : tous les transports s'opéraient à dos de cheval ou de mulet.

peuples était si faible encore dans ces temps de civilisation primitive, qu'il semble permis d'affirmer que l'utilité réelle de ces grands travaux de communication ne répondait pas à leur somptueuse apparence : car à cette époque le grand commerce, celui qui a rendu fameuses Tyr et Carthage, se faisait simplement par le cabotage dans la mer Méditerranée, qui était la grande route, ou pour mieux dire la route commerciale du monde entier.

Les voies de communication ne jouent pas non plus un grand rôle dans l'économie intérieure de la société grecque. Le caractère qui distingue essentiellement la foule des petits États épars sur le sol de la Grèce, c'est l'isolement ou plutôt l'antagonisme de cité à cité. Aucune relation d'intérêts, aucune sympathie morale ne peut encore les réunir d'une manière durable. Le sentiment de la nationalité est seul assez puissant pour les associer dans les moments de puissant danger; encore ce sentiment d'unité finit-il par s'affaisser sous le poids des rivalités locales, et l'on voit la Grèce désunie abdiquer sa souveraineté entre les mains de Philippe de Macédoine, et plus tard se courber au passage des aigles romaines. L'empreinte de ce fractionnement de la société grecque se retrouve jusque dans ses voies de communication. Quoique placées sous la protection des dieux et sous la surveillance des hommes les plus considérables de la cité, elles sont souvent négligées; les besoins du commerce intérieur ne sont pas encore assez importants pour engager les peuples à pourvoir régulièrement à leur entretien.

Les premiers qui aient réellement aperçu l'importance économique des voies de terre sont les Phéniciens et les Carthaginois. Suivant Isidore, les Carthaginois sont les premiers qui aient imaginé de paver les routes.

Devenus maîtres du monde, les Romains sillonnèrent leur empire de routes magnifiques; mais ces belles voies de communication, dont on admire encore aujourd'hui les débris imposants, furent plutôt militaires que commerciales. Rome se souciait peu que ses provinces s'unissent par la confraternité des intérêts. Ce qui lui importait avant tout, c'était de pouvoir porter rapidement ses légions du Rhin à l'Euphrate, et du Danube au Tage, afin de comprimer par la crainte du glaive les populations asservies.

Lorsque les barbares eurent conquis l'empire romain et formé vingt royaumes de ses débris, les mailles du grand réseau des voies de communication qui enveloppait le monde romain se trouvèrent brisées. Les vainqueurs s'enfermèrent et se fortifièrent dans leurs nouveaux Etats comme dans des citadelles. Loin de construire de nouveaux chemins, ils détruisirent ceux qui existaient déjà, comme dans une ville menacée de siége on rompt toutes les communications qui pourraient faciliter à l'ennemi les approches de la place. Pendant une longue suite de siècles, les nations, animées par un constant esprit d'antagonisme, ne se visitèrent que pour se combattre. L'histoire de la communication des peuples du moyen âge n'est guère que celle de leurs débats.

Dans les premiers temps de la monarchie française, il n'y eut d'autres moyens de communication que quelques restes de voies romaines, rendues presque impraticables par le manque d'entretien. Le commerce intérieur, à ces époques de barbarie, était presque tout entier entre les mains des marchands juifs ou lombards, et l'on peut savoir quelles entraves s'opposaient à son développement. Aucune autorité n'était en effet assez puissante pour protéger les voyageurs contre les pilleries et les brigandages des seigneurs châtelains, maîtres de tous les passages (1). Bientôt les chemins devinrent déserts; on cessa de les réparer, et pendant plusieurs siècles on ne put se déplacer qu'avec des difficultés inouïes. Un voyage de quelques lieues était regardé comme une entreprise de la plus haute importance, et présentait d'ailleurs de véritables dangers.

Les croisades, en initiant les habitants de l'Europe occidentale aux merveilles de l'Orient, en leur faisant connaître des besoins qu'ils avaient jusque-là ignorés, ranimèrent le commerce, et exercèrent sur la sécurité, et par suite, sur la circulation des voyageurs, une favorable influence. Déjà l'affranchis-

(1) Les capitulaires du roi Dagobert, où se trouvent les premières ordonnances sur les grands chemins, prononcent de fortes amendes contre les seigneurs qui entravaient la liberté des communications en détroussant les voyageurs. Mais ces ordonnances ne reçurent aucune exécution. — Sous les faibles successeurs de Charlemagne, ces exactions reçurent une sorte de sanction légale par l'établissement des *droits de passage* exigés de tous ceux qui circulaient sur les chemins.

sement des communes avait été le signal d'une phase nouvelle pour les intérêts matériels comme pour les intérêts moraux et politiques des populations : les routes s'étaient améliorées, et la circulation y était devenue plus sûre et moins difficile. Pourtant ce ne fut qu'au XVI[e] siècle, après que l'invention de l'imprimerie, la découverte de l'Amérique et les mémorables événements moraux et politiques qui signalèrent cette époque, eurent imprimé à toutes les relations sociales une activité plus grande, que la surveillance des moyens de viabilité commença à devenir quelque peu régulière et efficace.

Néanmoins on remarque, dans ces époques et même jusqu'à nos jours, que le commerce de terre est demeuré dans des limites beaucoup plus restreintes que ne le comportaient les besoins des peuples, tandis au contraire que le commerce maritime a pris, comparativement, une extension très-grande. Le sceptre du monde commercial est demeuré constamment entre les mains des peuples maritimes; les Vénitiens, les Génois, les Portugais, les Hollandais et les Anglais l'ont saisi tour à tour. Le commerce continental se trouvait à la fois arrêté dans son essor par le mauvais état d'entretien des voies de communication et par la multiplicité des barrières fiscales. Les routes de terre étaient de véritables bourbiers sur lesquels, même à grands renforts de chevaux, on ne se mouvait qu'avec une incroyable lenteur. M[me] de Sévigné, dans ses lettres, nous apprend qu'un voyage de Paris à Marseille, accompli aujourd'hui par la poste en 58 heures, exigeait alors (1672) un mois entier (1). Quant aux marchandises, leur valeur s'accroissait dans une proportion énorme pour peu que la distance des lieux de production aux marchés de consommation fût considérable. Aux frais et à la lenteur du transport se joignaient encore des droits onéreux qu'il fallait acquitter, et des vexations de toute espèce qu'il fallait subir, non-seulement aux frontières de chaque

(1) Louis XIV, il est vrai, avait entrepris la construction d'un grand nombre de routes; mais ces travaux ne dépassaient point un certain cercle tracé autour de la capitale. Entrepris dans des vues fastueuses plutôt que dans un véritable but d'utilité publique, on leur donnait aux abords de Paris et des résidences royales une largeur deux fois trop grande, tandis que le reste de la France ne possédait que des chemins étroits, impraticables, ou peu s'en faut, pendant les trois quarts de l'année.

royaume, mais à la limite de chaque province, mais à l'entrée de chaque ville.

La révolution de 1789, en délivrant la France et quelques autres Etats d'Europe des oppressions du régime féodal, a sensiblement amélioré cette déplorable situation. Cependant les dix années qui la suivirent furent improductives et stériles, quant à la perfection matérielle des moyens de viabilité. C'est qu'alors le plus important pour la France n'était plus d'améliorer son territoire, mais avant tout d'en maintenir l'intégrité et d'accomplir le rôle élevé que la Providence lui avait donné mission de remplir. Le calme étant rétabli, de grandes améliorations matérielles furent projetées par le nouveau maître que s'était donné la France, lequel, à l'exemple des Césars romains, résolut de construire à travers l'Europe, et dans l'intérêt du maintien de sa puissance, de grands et magnifiques travaux de communication. Mais le temps lui manqua, et, presque seule, la route du Simplon demeure comme un monument impérissable de cette grande pensée.

Après la chute du conquérant, et lorsque les peuples, fatigués de guerres, tournèrent leur activité vers les occupations de la paix, ses projets furent continués et agrandis. Par l'impulsion puissante des idées progressives qui se firent jour de toutes parts, l'Europe occidentale se couvrit en quelques années de routes et de canaux. En même temps les barrières douanières commencèrent à s'abaisser; de hardis économistes, renversant les vieilles théories, démontrèrent les avantages de la liberté du commerce. Partout l'on vit des relations d'intérêt s'établir entre les nations pacifiées et fortifier les garanties d'union données par les traités.

Depuis 1830 la France n'est point restée en arrière des autres nations, quant à l'amélioration de son territoire par les routes ordinaires. Le pays possède aujourd'hui, ou est sur le point de posséder, quatre ou cinq fois plus de routes qu'il n'y en avait de praticables sous l'empire. Une somme de près de cent millions (1) est annuellement employée à l'achèvement et

(1) Chaque année les départements s'imposent un sacrifice de 18 à 20 millions pour l'achèvement de leurs routes ; les chemins vicinaux reçoivent, tant des départements que des communes, environ 20 millions ; l'état de viabilité des che-

à l'entretien de son vaste réseau de routes de terre. Cette vive impulsion donnée à des travaux peu brillants, mais éminemment utiles, est un des faits qui honoreront le plus notre époque; leur entier achèvement constituera un patrimoine qui, légué à nos descendants, sera l'indispensable complément de celui que nous ont transmis nos pères de 1789, et que des améliorations matérielles pouvaient seules faire largement fructifier.

Nos routes se divisent en routes royales ou de 1re classe, en routes départementales et en chemins vicinaux (1). Cette division, en permettant de concentrer les ressources du trésor sur les communications de premier ordre et celles des localités sur les communications secondaires, a été l'une des principales causes du bon état d'entretien et du développement considérable des routes de terre depuis ces dernières années. Toutefois de grands travaux sont encore à faire si l'on veut qu'elles atteignent la perfection qu'on leur voit en d'autres contrées, et que le pays s'est engagé à leur donner (V. à la page 651 le *Tableau récapitulatif des voies de communication en France*). Il s'agit moins, il est vrai, d'ouvrir de nouvelles routes que

mins communaux est maintenu tant bien que mal, principalement au moyen de prestations en nature, représentant un chiffre de plus de 30 millions; ce qui, avec les 25 millions portés au budget pour les routes royales, forme un total annuel de 90 à 95 millions. Quelque considérable que soit cette somme, elle le paraîtra davantage encore si l'on considère que les progrès accomplis dans la science des ingénieurs permettent d'obtenir, avec une somme donnée, des résultats presque doubles de ceux que l'on obtenait autrefois.

(1) Les *routes de première classe* ou *routes royales* composent les communications de premier ordre et relient tous les principaux points du royaume; elles sont l'expression de l'intérêt général : l'Etat s'en est réservé le domaine et la dépense. — Les *routes départementales* ont un intérêt plus restreint. Plus nombreuses et moins longues que les routes de première classe, elles servent à relier les villes de chaque département, que n'atteindrait point ou que desservirait imparfaitement le réseau principal. Le domaine direct en appartient toujours à l'Etat; mais la dépense en est payée sur les fonds départementaux. — Les *chemins vicinaux* se distinguent en chemins de grande et de petite communication. Les premiers ont pour objet de relier aux routes départementales et à celles de première classe les principaux centres de production agricole; les seconds, nommés aussi *chemins communaux* ou de *petite vicinalité*, se composent d'une multitude de lignes de faible longueur, de construction essentiellement économique, s'embranchant sur les autres, aboutissant aux plus faibles hameaux, et divisant le sol à l'infini pour en recueillir les fruits. Les chemins vicinaux de grande et de petite communication, placés sous la direction de l'autorité départementale, s'exécutent par le concours des départements et des communes.

d'entretenir et surtout améliorer celles déjà existantes. Mais cette œuvre est considérable, elle exige de grands efforts, et son accomplissement rendra nécessaire, pendant de longues années encore, l'emploi de toutes les forces vives du pays.

STATISTIQUE DES ROUTES EN FRANCE. En 1810 les messageries transportaient chaque jour de Paris dans les départements 220 voyageurs et 21,000 kilogrammes de marchandises; elles transportent aujourd'hui 900 voyageurs et 45,000 kilogrammes de marchandises, c'est-à-dire quatre fois plus de voyageurs et seulement deux fois plus de marchandises.

En France, la moyenne du voyage annuel est d'environ *douze* kilomètres par individu; elle est de *trente-six* à *quarante* kilomètres en Angleterre, malgré le taux des transports, de près de moitié plus élevé qu'en France.

En 1815, le chargement dans les voitures publiques ne formait que les *trois septièmes* du poids total; il en forme aujourd'hui les *onze vingtièmes;* il est des *deux tiers* en Angleterre, et des *trois quarts* en moyenne sur les chemins de fer.

La force motrice nécessaire pour produire le même effet a aussi diminué notablement depuis 1815, et la vitesse moyenne, qui n'était guère que de 4 kilomètres à l'heure, atteint aujourd'hui près de 9 kilomètres. La circulation par les voitures publiques en France a triplé depuis vingt ans.

Les perfectionnements nombreux que la construction des voitures a reçus ont sans aucun doute contribué à ces progrès; mais la cause essentielle, fondamentale, consiste dans l'extension prise par notre réseau de voies de communications ordinaires.

En 1815 le territoire actuel de la France comptait environ 3,000 lieues de routes de 1re classe, et 2,000 lieues de routes départementales. En 1829, l'étendue des routes à l'état d'entretien était de 4,205 lieues et celle des routes départementales de 3,200. La statistique générale au 1er janvier 1844 donne les résultats suivants :

On comptait à cette époque 630 routes royales d'une longueur de.	34,512 kil. ou	8,628 l.
En outre 1,381 routes départementales d'une longueur totale de.	36,579	9,146
Total général.	71,091 kil.	17,774 l.

Enfin, en dehors de ces grandes voies, les chemins vicinaux de grande et de petite communication, au nombre de plus de 468,000, ont une étendue de 771,459 kilomètres, ou 192,865 lieues, dont 12,000 lieues seulement appartiennent aux chemins de grande vicinalité.

Plus loin, page 618, nous donnons la répartition de ces trois sortes de routes entre les divers départements.

Utilité des routes. Les routes sont les voies de communication les plus répandues et les plus nécessaires. Elles ont sur toutes les autres l'avantage d'une construction plus économique (1), de mieux se prêter aux irrégularités du sol, d'enlever moins de terrains à l'agriculture, de pénétrer partout et d'admettre les modes de transport les plus divers. Mais un grave inconvénient vient diminuer la somme de ces divers avantages. Par l'inégalité de leur surface, les routes ordinaires, quelque bien construites qu'elles soient, produisent des frottements considérables (2) contre les véhicules qui les parcourent, et rendent ainsi les transports difficiles, lents et extrêmement coûteux (3). Néanmoins l'économie de forces qu'elles procurent, même en tenant compte du prix élevé de leur exploitation, est encore assez considérable pour les faire préférer aux autres voies de communication lorsqu'il s'agit de faibles distances et de lignes qui ne semblent pas destinées à recevoir une circulation active.

(1) La route de première classe, large de 12 mètres, coûte, par le système d'empierrement usité aujourd'hui, seulement 20,000 fr. par kilom., soit un septième environ du prix des canaux, et moins de un quinzième de celui des chemins de fer.

(2) La résistance des routes de terre à la traction est évaluée à un cinquantième du poids sur les routes pavées, et à un trente-cinquième sur les routes en empierrement. Mais, vu l'état habituel des routes, souvent couvertes de boue ou détrempées par les pluies, selon leur mode de construction, l'on s'accorde généralement sur une moyenne de un quarante-cinquième sur le pavé et un vingtième sur les empierrements. Sur les chemins de fer, ce rapport n'est que de un deux centième de la charge.

(3) Les prix de transport sur les routes à l'état ordinaire d'entretien sont de 20 cent. par tonne et par kilom. par le roulage ordinaire, qui parcourt 28 à 30 kilom. par jour ; de 35 cent. par le roulage accéléré, qui parcourt 65 à 70 kilom.; de 75 à 95 c. par les diligences, qui ont une vitesse de 8 à 12 kilom. à l'heure. Moyennement, les voyageurs payent dans ces dernières, par kilom. et selon les places, 15, 12 et 8 c. Les malles-postes, qui font 16 kilom. à l'heure, dernière limite qu'il semble possible d'exiger de moteurs animés, ne prennent que 19 c.

Dans ce dernier cas, et principalement lorsque l'on a à transporter au loin des produits n'ayant que peu de valeur sous un fort volume, il y a avantage à employer un mode de transport qui a pour caractère essentiel de satisfaire aux besoins des transports économiques, de même que les chemins de fer aux transports rapides. Nous voulons parler des voies navigables et des applications qui en ont été faites.

II.

DES VOIES NAVIGABLES.

Utilité et caractère des voies navigables. — Des fleuves et rivières. — Des canaux. — Historique des canaux. — Des voies navigables en France. — Avantages comparatifs des canaux et des fleuves.

L'extrême économie dans le prix des transports, qui est le propre des voies navigables, provient de ce qu'elles admettent de plus forts chargements, que les voies ordinaires et qu'elles offrent une bien moindre résistance au tirage (1). Tout l'effort de la locomotion, les matières étant placées dans le bateau, et ce dernier se trouvant en équilibre et comme suspendu sur le fluide, se borne à déplacer la quantité d'eau qui se trouve à l'avant, et à vaincre le frottement assez léger de celle qui entoure les côtés. Sur les cours d'eau naturels, à la remonte, il reste encore à soulever les matières transportées selon la hauteur de la pente du courant, du point de départ au point d'arrivée. Quant à la descente, elle s'opère sans autre moteur que le courant.

Un inconvénient des voies navigables et qui contribue à en limiter l'usage, c'est que le tirage y augmente avec la vitesse plus rapidement que sur les autres (2). Aussi, quand on veut

(1) Cette résistance, qui est de un cinquantième de la charge sur les routes ordinaires, ne s'élève qu'à un deux centième sur les voies navigables, lorsque le tirage s'opère lentement.

(2) Jusqu'à une certaine limite (3^m à $3^m,50$ par seconde), l'effort nécessaire au tirage sur les voies navigables augmente plus rapidement que le carré de la vitesse ; mais au-dessous de cette limite il diminue pour augmenter de nouveau. C'est sur les résultats de ce phénomène remarquable, dont l'observation est venue renverser des lois scientifiques universellement admises, que l'on a établi le

effectuer économiquement des transports par eau, faut-il se résoudre à une extrême lenteur lorsqu'on se sert du halage, ou à toutes les incertitudes du caprice des vents, si l'on emploie ce moteur. L'invention des bateaux à vapeur (1) fournirait les moyens de surmonter cet inconvénient, si, par des raisons que nous allons exposer, leur circulation n'était impossible sur les canaux et extrêmement difficile sur la plupart de nos fleuves, garnis d'écueils et dépourvus de la quantité d'eau nécessaire à cette navigation.

Les voies navigables sont de deux espèces : les unes *naturelles*, ce sont les fleuves et les rivières; les autres *artifi-*

système des *bateaux rapides*, traînés par des chevaux à une vitesse de 4 mètres par seconde. Toutefois, comme cette vitesse économique n'est possible qu'autant que la charge est très-faible et que les bateaux rapides ne sont susceptibles que d'une application peu étendue, notre remarque générale subsiste dans toute sa force.

(1) Papin doit être considéré comme le véritable inventeur des bateaux à vapeur. L'emploi des roues à aubes et à palettes, mues par la vapeur, fut en effet proposé par lui dans le *Recueil de diverses pièces touchant quelques nouvelles machines*, p. 57 à 60, imprimé à Cassel en 1695, c'est-à-dire quarante-deux ans avant l'apparition des écrits de Jonathan Hull, que les Anglais regardent généralement comme le seul auteur de cette invention. Mais c'est seulement en 1776 que le problème de la navigation à la vapeur fut complétement résolu par Claude de Jouffroy, lequel fit naviguer sur le Doubs, au milieu d'obstacles de tout genre, un bateau que mouvait une pompe à feu ou machine à simple effet. Passant ensuite de l'essai à l'application en grand, cet homme ingénieux fit construire sur la Saône un nouveau pyroscaphe, long de 46 mètres, lequel remonta, de Lyon à l'île Barbe, le courant de la Saône, en présence de plusieurs milliers de spectateurs. Ce succès obtenu, il s'adressa aux ministres d'alors pour obtenir le privilége de sa découverte ; mais il n'éprouva dans ses démarches qu'humiliations et refus. La révolution éclata bientôt ; elle força M. de Jouffroy d'émigrer et d'abandonner une invention que quelques perfectionnements de détail eussent permis de généraliser et de mettre en pratique.

Ces perfectionnements furent réalisés par l'Américain Robert Fulton, qui en 1802 reproduisit le bateau de M. de Jouffroy, et en fit avec succès l'épreuve sur la Seine, à Paris, en présence des membres de l'Institut et d'un concours nombreux de spectateurs. On sait comment Bonaparte méconnut et repoussa Fulton, qui eût pu lui faire conquérir l'empire des mers. Découragé, l'inventeur quitta la France, et fut porter aux Etats-Unis le fruit de ses observations. Son premier bateau fut lancé sur l'Hudson en 1807, et de ce moment la cause de la vapeur appliquée à la navigation fut définitivement gagnée. Un dernier pas restait encore à franchir, c'était l'application de la vapeur à la navigation maritime. En 1811 un service régulier fut établi par Fulton lui-même entre New-York et la Providence. Deux années après, un vaisseau mû par la vapeur traversa en ving jours l'Atlantique, de New-York à Liverpool.

cielles ou creusées par la main des hommes, ce sont les canaux. Chacune d'elles possède un caractère et des avantages distinctifs que nous allons examiner.

Des fleuves et rivières.

Les fleuves, a dit Pascal, *sont des chemins qui marchent et qui portent où l'on veut aller*. Cette définition, vraie dans un sens, celui de la descente, ne l'est pas au même degré dans le sens opposé, celui de la remonte. Elle demanderait également pour pouvoir être généralisée, que les fleuves jouissent en toute saison du tirant d'eau nécessaire pour porter des bateaux à vapeur d'une grande capacité, complétement chargés de voyageurs et de produits. Lorsqu'il en est ainsi, ces moyens de transport présentent, lorsque le courant est modéré, une facilité à peu près égale à la remonte et à la descente; ils possèdent une vitesse qui, sans être comparable à celle des chemins de fer, est néanmoins très-considérable, et enfin, quant au bon marché, ils l'emportent sur tous les autres pour le transport des voyageurs, et les égalent, ou peu s'en faut, pour le transport des marchandises. Malheureusement la navigation à vapeur, qui, sur les immenses cours d'eau de l'Amérique et sur les fleuves de l'Afrique et de l'Asie, est appelée à rendre à la cause de la civilisation de si éminents services, la navigation à vapeur, dans nos contrées, n'est possible que sur un très-petit nombre de fleuves et par des bateaux de petite dimension, faiblement chargés.

Cette situation fâcheuse dérive d'un fait exceptionnel, conséquence inévitable des développements successifs de notre agriculture. Les forêts, qui jadis couvraient la majeure partie des terres et couronnaient le sommet des montagnes, avaient pour mission de conserver les eaux sous leur ombrage protecteur et de former comme des modérateurs naturels destinés à retenir ce fluide sur la superficie du sol. C'est ainsi qu'était mesurée, si l'on peut ainsi parler, l'alimentation régulière et constante de nos cours d'eau. Le déboisement progressif du sol ayant eu pour résultat d'altérer peu à peu la plupart des sources qui formaient cette alimentation, nos rivières et nos fleuves ont vu leur niveau d'eau s'abaisser et leur cours fréquemment obstrué

par des *bas-fonds* (1), ou troublé par des *rapides* ou des chutes, sources incessantes d'accidents et de dangers.

Ces imperfections ont été atténuées et surmontées en partie par l'établissement de travaux dans le lit des rivières. On a suppléé à leur pénurie d'eau par le moyen de barrages, qui, en relevant et retenant les eaux, augmentent artificiellement la profondeur du fleuve (2) ; on a remédié aux autres inconvénients, en creusant latéralement au cours d'eau, aux endroits dangereux ou difficiles, des canaux de dérivation destinés à le remplacer. Si l'on considère, d'une part, que le perfectionnement du lit de nos fleuves serait d'une exécution facile et peu coûteuse, et de l'autre, combien seraient considérables les avantages de toute espèce que les populations riveraines en retireraient, on ne pourra s'empêcher de déplorer hautement qu'ils ne soient point, de la part de nos gouvernants, l'objet d'une plus active sollicitude. Si de louables efforts ont été faits pour améliorer le service des routes de terre, en revanche, il est tel de nos fleuves qui se trouve aujourd'hui encore dans le même état d'abandon qu'il y a deux siècles. Quelques-uns seulement, la Seine, la Loire, la Saône, le Rhône et la Garonne (3), sont parcourus par des bateaux à vapeur, ingénieusement appropriés au régime de leurs eaux. Malgré le déplorable état de leur lit, qui ne les rend praticables que pour le transport des voyageurs seulement, des résultats surprenants ont été obtenus de leur exploitation. On a vu des transports s'opérer à la vitesse de six lieues à l'heure, et au prix singulièrement modique de deux centimes et demi par kilomètre. C'est le tiers du prix des voitures publiques avec une vitesse

(1) Endroits où l'eau n'offre plus assez de profondeur pour le tirage des bateaux.

(2) Les anciens barrages présentaient un grave inconvénient, celui d'augmenter, en relevant le niveau des eaux, le danger des inondations pendant les crues. Le *barrage mobile* de M. l'ingénieur Poirée, dont plusieurs applications ont démontré l'efficacité, remédie complétement à cet inconvénient : il se dresse en juin ou juillet, au moment des plus basses eaux, dont il relève immédiatement le niveau, et s'abaisse au fond de la rivière en automne, à l'approche des pluies, sans laisser aucune trace dans le courant.

(3) La Marne, l'Oise et la Moselle sont également desservies par des bateaux à vapeur ; mais le service y est fréquemment interrompu par le mauvais régime de ces rivières.

double, et la moitié de celui des chemins de fer en France avec une vitesse presque égale. Ces résultats, quelque avantageux qu'ils soient, peuvent à peine être comparés à ceux que voient réaliser chaque jour les grands cours d'eau d'Amérique, mais ils suffisent pour donner une idée des immenses avantages que la France retirerait de l'amélioration de ses principaux fleuves, dont le parcours est si étendu, et de celle de leurs nombreux tributaires, qui embrassent et desservent, par leur heureuse disposition, plus des trois quarts de l'étendue et de la population du pays.

Un grave inconvénient des cours d'eau naturels, et qui tend à réduire la somme des avantages que l'on peut en attendre, c'est qu'ils se trouvent exposés aux fâcheux effets de l'inconstance des saisons : d'un côté à des crues extraordinaires pendant lesquelles la navigation devient périlleuse ; de l'autre, à des sécheresses qui la rendent impossible. De plus, comme les fleuves suivent presque toujours, en se dirigeant vers la mer, une direction parallèle, ils sont impuissants à former un système complet de navigation. Il était nécessaire cependant de faire profiter des avantages de la communication par eau les contrées intermédiaires qui en étaient privées ; de réunir les différents *bassins* (1) à travers les chaînes de montagnes qui les séparent, afin qu'ils pussent librement échanger leurs produits et établir entre les principaux marchés situés sur le bord des grands fleuves l'équilibre nécessaire aux transactions commerciales.

Tel a été le but de l'établissement des voies navigables artificielles, nommées *canaux*, et dont on peut à la fois régler le volume d'eau, la direction, les dimensions et la pente. Nous aurons à déterminer les propriétés qui les distinguent ; nous

(1) On sait que l'expression de *bassin* d'une rivière ou d'un fleuve s'applique à la superficie totale de la région dont les eaux, permanentes ou accidentelles, tendent à s'écouler dans le lit de la rivière. Si, par exemple, l'on considère deux cours d'eau dont les bassins sont contigus, tels que la Seine et la Loire, il y aura nécessairement dans la région comprise entre les lits de ces fleuves une suite de points où l'écoulement pourrait s'opérer indifféremment vers l'un ou vers l'autre. La ligne qui passe par tous ces points, et qui sépare les deux bassins, s'appelle *ligne de partage* des eaux ou *ligne de faîte*. Les portions des deux bassins comprises entre la ligne de partage et les lits des fleuves, sur l'une ou sur l'autre rive, sont des *versants*.

exposerons ensuite brièvement ce que nous connaissons de leur histoire, et nous terminerons en examinant comparativement quels sont, dans l'ensemble des transports, les avantages que présente la navigation des fleuves et celle des canaux.

Des canaux.

Un des grands inconvénients que les fleuves présentent à la circulation des bateaux ordinaires, c'est le coût et la difficulté de la remonte, laquelle se fait ordinairement au moyen du halage, par des hommes ou des chevaux placés sur la rive. La résistance au halage étant d'autant plus considérable que la pente est plus forte, on conçoit l'immense avantage que les canaux, qui n'ont ni pente ni courant, présentent sur les fleuves et les rivières (1). Un autre avantage qui recommande non moins puissamment les canaux, c'est que la navigation y est à peu près indépendante de la marche des saisons: ils n'ont rien à craindre des crues d'eau, les écluses ayant pour effet de maintenir le fluide au niveau nécessaire. De plus, ils sont complétement à l'abri des sécheresses, et le plus faible cours d'eau suffit pour les alimenter. Mais ce qui constitue leur avantage essentiel, c'est qu'en servant à relier les fleuves et les rivières et à franchir les faîtes qui les séparent, ils apportent au système de navigation intérieure d'un pays la plus prodigieuse extension; c'est qu'à l'aide d'un nombre suffisant d'écluses, on les établit dans toutes les directions et à toutes les hauteurs possibles, et que par ce moyen ils font entrer dans la grande voie de prospérité que la civilisation ouvre à tous les peuples, les vastes et nombreuses contrées que sous ce rapport la nature avait entièrement déshéritées.

(1) Ainsi, tandis que dans la pratique un cheval peut traîner :

Sur une route royale bien entretenue	900 kilog.
Sur un chemin de fer	5,500
Sur un fleuve d'une forte pente, comme le Rhône	6,500
Sur un fleuve d'une pente assez douce, comme la Seine	20,000

la charge d'un cheval sur un canal suffisamment pourvu d'eau peut s'élever à 75,000 kilog. Il est même plusieurs canaux dans les départements du nord où il n'est pas rare de voir un seul cheval attelé à un chargement de 100,000 kilog.

RÉSUMÉ HISTORIQUE. Il est toujours prudent de borner les recherches à ce qu'il est possible de découvrir. Nous n'essayerons donc point de remonter jusqu'à l'origine de la navigation, et, abandonnant d'avance le point, vivement contesté, de savoir si elle a débuté sur les fleuves avant d'entrer en possession des mers, nous nous bornerons à mentionner brièvement, quant à l'historique des canaux, les faits essentiels confirmés par l'histoire.

Les premiers dont il soit parlé sont ceux de l'Egypte. Ils étaient très-nombreux; mais quelques-uns seulement, tels que celui du lac Maréotis et celui de l'isthme de Suez, servaient à la navigation : la plupart avaient pour but essentiel de répandre sur le sol desséché de cette contrée les eaux surabondantes du Nil. C'étaient de simples canaux d'irrigation.

L'irrigation des terres et l'assainissement du sol par l'écoulement des eaux furent aussi le principal but des grands travaux de canalisation entrepris par les Romains. A cette époque et jusqu'aux premiers temps de la période moderne, on ignorait l'art de maîtriser complétement les eaux. Les canaux étaient de véritables rivières artificielles ; ils présentaient l'apparence des cours d'eau naturels, et étaient nécessairement soumis à leurs inconvénients et à leurs dangers.

Les irruptions de barbares qui signalèrent la décadence de l'empire romain, exercèrent sur l'établissement des canaux des effets identiques à ceux que nous avons signalés dans le précédent aperçu : des peuples habitués à des migrations successives, n'ayant qu'une faible confiance dans la durée de leur possession, ne pouvaient songer à entreprendre des travaux dont l'accomplissement exige une foi inaltérable dans l'avenir. Dans les siècles qui suivirent, on ne vit exécuter que des travaux insignifiants : le rétablissement du canal des marais Pontins, par l'illustre Théodoric, roi des Goths, quelques travaux entrepris par Charlemagne pour joindre le Rhin au Danube et aussitôt abandonnés, telles sont les seules entreprises sérieuses de canalisation que l'on puisse mentionner depuis la formation de l'empire d'Occident jusqu'au commencement du XVIe siècle.

Et ce fait se concevra aisément, pour peu que l'on envisage le caractère de la civilisation primitive chez les différents peuples. Lorsqu'en effet les hommes commencent à passer de

l'état de barbarie à celui de civilisation, qu'ils abandonnent la vie errante pour s'attacher au sol, leur situation pendant fort longtemps encore conserve le caractère d'une complète immobilité. Ils ne communiquent point avec le dehors; l'agriculture et les arts industriels, encore en enfance, absorbent toute leur activité; les loisirs leur manquent pour se déplacer. Comme il n'y a de relations suivies qu'entre la cité et les campagnes qui l'entourent, c'est seulement dans cette sphère resserrée, dans cet horizon rétréci, que les échanges s'opèrent (1). Mais lorsqu'au XVI[e] siècle les progrès de l'esprit humain eurent reculé les bornes de cet horizon, un besoin tout nouveau d'action et de mouvement saisit les sociétés; elles voulurent communiquer entre elles et échanger les produits du sol à de plus grandes distances, plus facilement, plus sûrement et à moins de frais. C'est alors qu'une admirable invention, celle des écluses, vint satisfaire ce besoin et faire profiter de la communication par eau les contrées les plus distantes, celles-là même que la nature semblait avoir voulu priver éternellement de ce bienfait.

C'est à l'usage des moulins mus par des chutes d'eau, qui s'introduisit en Occident vers la fin du IV[e] siècle, et par suite à celui de barrer le cours des rivières pour créer ces chutes, que l'on peut attribuer l'idée première de l'invention des écluses, attribuée, à deux frères mécaniciens de Viterbe. Néanmoins ce n'est pas à l'Italie, mais à la France qu'il était réservé d'en faire les plus utiles applications; c'est la France qui a entrevu et proclamé pour la première fois les avantages qu'on pouvait en tirer, avantages qui ne consistent pas seulement dans une plus grande sécurité pour les bateaux à leur passage d'un *bief* (2) dans un autre, mais aussi, et surtout, dans

(1) Jusqu'à un certain point, l'on retrouve aujourd'hui encore ce caractère de la civilisation primitive dans un grand empire d'Asie, qui est demeuré immobile et debout, spécimen vivant des anciens âges, au milieu des révolutions progressives des sociétés humaines. Les Chinois ne se déplacent point : ils vivent dans le coin de terre où ils sont nés, à moins que la famine ne les oblige à émigrer. Aussi les routes leur sont-elles à peu près inconnues. Des canaux suffisent à leur activité.

(2) Nom donné sur les canaux à chaque espace de niveau compris entre deux écluses.

la faculté de réduire dans une très-forte proportion la dépense d'eau nécessaire, et d'établir la navigation sur tous les points et à toutes les hauteurs où surgit la plus faible source d'eau. A peine, en effet, les premières écluses à sas eurent-elles été exécutées sur la Vilaine, en 1538, que déjà l'imagination française réunissait par des canaux les différents bassins, mettait les deux mers en communication, et enfantait des projets pour la réalisation desquels trois siècles devaient à peine suffire.

Depuis l'invention des écluses à sas, l'art des canaux n'a plus reçu de perfectionnement important, mais ses applications ont été nombreuses et dirigées sur tous les points. On en trouve aujourd'hui dans toute l'Europe, excepté en Turquie. L'Angleterre est le pays qui possède les travaux de canalisation les plus parfaits et les plus étendus, bien qu'ils n'aient été entrepris que depuis la seconde partie du XVIIIe siècle ; vient ensuite la France dont nous nous occuperons spécialement, et les Pays-Bas, puis la Russie qui possède de Saint-Pétersbourg aux frontières de Chine une voie navigable de deux mille lieues, la plus longue qui existe. La Suède possède plusieurs canaux importants, dont l'un relie l'Océan à la Baltique. L'Allemagne vient d'opérer la jonction du Rhin au Danube, vainement entreprise par Charlemagne. C'est le seul canal important qu'elle possède. Enfin, au dehors de l'Europe, il est deux nations, les Etats-Unis d'Amérique et la Chine, qui doivent être signalées parmi celles qui ont le plus travaillé à l'amélioration de leur sol par l'établissement de ces voies navigables.

DIVISION DES VOIES NAVIGABLES EN FRANCE. Exposons en deux mots le mode de distribution des voies navigables sur l'étendue du pays.

Le sol de la France, y compris celui des Pays-Bas et d'une partie des provinces rhénanes, qui hydrographiquement en dépendent, a été généreusement doté par la nature d'un système de navigation sans égal en Europe. Baigné par les deux mers sur lesquelles s'agitent les plus graves intérêts de la politique et du commerce, sillonné dans les directions les plus favorables aux relations intérieures et extérieures du pays par de nombreux cours d'eau naturellement navigables, il peut assurer au commerce et à l'industrie, facilement et à peu de frais, le système de navigation le plus admirable et le plus complet.

Sept bassins principaux divisent le pays : celui du *Rhône*, di-

rigé du nord au sud, appuyé à l'est sur celui du Rhin, à l'ouest sur ceux de la Seine, de la Loire et de la Garonne, et qui, aidé de ses principaux affluents, la Saône et le Doubs, a pour dépendance tout le sud-est de la France et le littoral de la Méditerranée; celui de la *Garonne*, ouvert à l'ouest et formé d'un grand nombre de cours d'eau importants, tels que le Tarn, le Lot, l'Isle, la Dordogne, etc.; celui de la *Loire*, le plus vaste de tous, qui est à peu près parallèle au précédent, et qui a pour principaux affluents l'Allier, le Cher, la Vienne et la Mayenne; le bassin de la *Seine*, incliné vers le nord-ouest, qui tire de Paris et de ses importantes relations une valeur toute spéciale, et qui, par ses principaux affluents, l'Aube, l'Yonne, la Marne, l'Oise, etc., se trouve dans d'excellentes conditions de navigation naturelle; enfin les trois bassins de l'*Escaut*, de la *Meuse* et du *Rhin*, qui débouchent dans la mer du Nord, et ouvrent à notre commerce des voies sur la Belgique, la Hollande et l'Allemagne. Nous négligeons à dessein plusieurs petits bassins intermédiaires qui se détachent et dépendent plus ou moins des sept bassins principaux.

Pendant deux siècles les efforts du pays n'ont cessé d'être appliqués, avec plus ou moins de vigueur, à l'extension et au perfectionnement de ce vaste réseau naturel : l'on a uni par des canaux le bassin de la Méditerranée aux trois grands bassins de l'Océan, ouvert des communications spéciales et plus directes entre ces derniers, et rattaché à ce système de navigation les bassins tournés vers la mer du Nord. Ainsi le bassin de la Garonne, possédant déjà un débouché sur la Méditerranée par le magnifique canal dû au génie de Riquet, a été relié à celui du Rhône par les canaux *des Etangs* et *de Beaucaire;* ce dernier bassin, celui du Rhône, a été relié au bassin de la Loire par la Saône et le *canal du Centre*, et au bassin de la Seine par l'Yonne et le *canal de Bourgogne*. Quant aux trois bassins du Nord, ceux du Rhin, de la Meuse et de l'Escaut, ils ont été rattachés, le premier à la Seine par le *canal de la Marne au Rhin*, et au bassin du Rhône par le *canal du Rhône au Rhin*, les deux derniers au bassin de la Seine par le *canal des Ardennes* et celui de *la Sambre à l'Oise*, et par le *canal de Crozat* et celui de *Saint-Quentin*. Enfin trois grandes lignes de canaux relient le bassin de la Seine à celui de la Loire : le *canal du Nivernais*, le *canal de Loing* avec ses deux branches, les *canaux*

de Briare et d'Orléans, et plus bas, entre les annexes de ces bassins, le *canal d'Ille-et-Rance*, qui se prolonge jusqu'à Nantes par la Vilaine et la première partie du canal de Nantes à Brest. Ce vaste réseau n'exigerait plus, pour être complet dans son ensemble, qu'une ligne de navigation entre le bassin de la Loire et celui de la Garonne. C'est là une lacune importante qu'il serait essentiel de combler.

Tels sont la disposition et l'objet de nos grandes lignes de canaux. Il en est un assez grand nombre d'autres encore, dont nous n'avons point à nous occuper ici, et qui ne servent qu'à améliorer partiellement l'état de ce réseau, soit en assurant plus de régularité et de profondeur d'eau à la navigation naturelle, soit en établissant entre les vallées d'un même bassin les communications réclamées par le commerce et l'industrie.

Statistique des voies navigables. On compte en France 133 cours d'eau navigables, d'une longueur totale de 8,255 kilomètres ou 2,064 lieues. Ceux dont le cours est le plus considérable sont : la Loire, 206 lieues ; — la Seine, 140 lieues ; — le Rhône, 126 lieues ; — la Garonne, 113 lieues ; — la Marne, 87 lieues ; — le Lot, 76 lieues ; — la Dordogne, 73 lieues ; — la Saône, 66 lieues ; — la Meuse, 65 lieues ; — l'Allier, 63 lieues ; — le Rhin, 55 lieues ; — la Charente, 49 lieues, etc.

Les deux tiers environ de l'étendue de ces cours d'eau sont utilisés par la navigation ou par le flottage.

La France possède 80 canaux, d'une longueur totale de 4,400 kilomètres ou 1,100 lieues. Les plus considérables sont ceux : de Nantes à Brest, 94 lieues ; — du Rhône au Rhin, 87 lieues ; — du Berry, 80 lieues ; — de la Marne au Rhin, 76 lieues ; — du Languedoc, 61 lieues ; — de Bourgogne, 60 lieues ; — latéral à la Garonne, 50 lieues ; — latéral à la Loire, 49 lieues ; — du Nivernais, 44 lieues ; — de la Somme, 39 lieues ; — du Centre, 29 lieues ; — des Ardennes, 27 lieues.

Dans son ouvrage des *Intérêts matériels* M. Michel Chevalier établit que la dépense des travaux de navigation en France, tant pour la création des canaux que pour l'amélioration des rivières, s'est élevée à 655 millions. L'Etat se trouvant en outre, pour l'achèvement des travaux entrepris, engagé pour une somme de 269 millions, la dépense totale s'élèvera ainsi à la somme de 924 millions.

L'Angleterre, par le régime de ses rivières, la disposition et le peu d'étendue de son territoire, présentait un sol très-favorable à l'établissement des canaux ; aussi en possède-t-elle une plus grande étendue que la France, bien que la superficie de son sol soit moins considérable (1). Ce pays compte 103 canaux, d'un développement de 4,800 kilomètres ou 1,200 lieues, ayant coûté environ 650 millions. Les canaux anglais sont beaucoup mieux entretenus que les canaux français ; mais ces derniers sont mieux tracés, plus solidement construits, et admettent par leur plus grande profondeur d'eau des chargements plus considérables.

Nous terminerons cet examen des voies navigables par un aperçu général des avantages comparatifs des fleuves et des canaux.

Avantages comparatifs des fleuves et des canaux. De nombreux essais ont démontré l'impossibilité de desservir les canaux par la navigation à vapeur. Lors même que la multiplicité des écluses et le temps nécessaire pour les traverser ne constitueraient pas des obstacles sérieux, il y aurait encore à remédier à la rapide destruction des berges, occasionnée par l'agitation des ondes qui se produit au passage du bateau. Les canaux sont donc tout à fait impropres au service des voyageurs : le but essentiel de leur établissement c'est le transport économique des grosses marchandises à de longues distances. Ajoutons que ce but n'a point cessé d'être atteint, du moins pour certaines classes de marchandises, et cela malgré les progrès de notre industrie, malgré les perfectionnements de nos routes et l'invention des chemins de fer. Un autre avantage des canaux, c'est qu'au moyen des irrigations ils peuvent desservir activement les intérêts aujourd'hui si délaissés de l'agriculture.

(1) La superficie territoriale de la France étant de 5,277 myriam. carrés, celle du Royaume-Uni de 3,120 myriam., et la population du premier pays étant de 35,558,000 hab., tandis que celle de l'autre pays ne s'élève qu'au chiffre de 25,860,000, chacun d'eux, proportionnellement à sa population et à son étendue, possède en canaux :

	Par myriam. carré.	*Par million d'hab.*
La France.	0 k. 82	126 k.
L'Angleterre.	1 44	187

On peut donc les considérer comme un des principaux appuis de la production industrielle et agricole.

Mais les rivières peuvent offrir à l'activité humaine des avantages non moins signalés. Celles dont le courant est modéré et la profondeur d'eau suffisante pour porter en toute saison des bateaux à vapeur d'une grande capacité, opèrent les transports, même à la remonte, à des prix presque aussi modiques que les canaux (1), qui pourtant n'ont pas de courant à surmonter. Quant au transport des voyageurs, il se fait avec une économie qui n'a encore été atteinte par aucun autre moyen de déplacement : c'est ainsi que sur le Mississipi et ses nombreux tributaires, sur l'Hudson et sur plusieurs autres fleuves d'Amérique, le prix de transport pour les voyageurs de deuxième classe est, à la vitesse de six lieues à l'heure, d'un centime et un quart par kilomètre parcouru, un sou par lieue !

En France, sur nos faibles cours d'eau hérissés d'écueils et de bas-fonds, la navigation à vapeur n'est praticable que pour des bateaux de faibles dimensions, qui généralement ne servent qu'au transport des voyageurs ou des petites marchandises. La navigation s'y fait à la vitesse de 4 à 5 lieues à l'heure, au prix moyen de 2 trois quarts à 4 centimes par kilomètre pour les deuxièmes places. Sur quelques canaux que leur petit nombre d'écluses rend susceptibles d'être desservis par les *bateaux rapides* (2), marchant à raison de quatre lieues à l'heure, les prix inférieurs sont encore de 5 centimes. Ainsi donc, sous le rapport de l'économie et sous celui de la vitesse, les fleuves l'emportent incomparablement sur les canaux pour le transport des voyageurs ; mais pour le transport des grosses marchandises, que dans nos contrées les fleuves sont impuissants à opérer, la supériorité est tout entière du côté des

(1) Il arrive même que ces prix sont moins élevés que sur les canaux. Ainsi, tandis que sur les canaux des Etats-Unis les marchandises d'une certaine valeur payent de 3 à 3 cent. et demi par kilom. parcouru, les magnifiques fleuves de ce jeune Etat, d'après l'auteur des *Voies de communication aux Etats-Unis*, opèrent ce transport au prix de un et demi ou 2 cent. par tonne et par kilom., et à la vitesse de 4 à 5 lieues à l'heure, avantage incalculable lorsqu'il s'agit du déplacement de marchandises qui ont une grande valeur.

(2) En France, deux canaux seulement se trouvent dans ce cas : ce sont le canal de l'Ourcq et celui du Languedoc.

canaux. De sorte donc que l'essentielle destination des canaux, c'est de voiturer économiquement des masses de marchandises; celle de nos fleuves et rivières, c'est de transporter à peu de frais et à de longues distances des quantités de voyageurs.

Cette économie considérable, qui constitue le grand avantage des transports par eau, s'est maintenue jusqu'à nos jours, malgré les nombreux perfectionnements dont l'art de la locomotion a été l'objet. Aussi voyons-nous tous les peuples s'appliquer sans relâche à établir de nouvelles voies navigables et à améliorer celles que la nature leur a réparties. Les sommes consacrées annuellement à cet objet par les nations d'Europe et par les Etats-Unis sont vraiment colossales. Cependant, malgré l'extension considérable que l'on n'avait cessé de donner à ces travaux, l'application de la vapeur à la production avait imprimé à l'industrie une activité trop grande pour que les moyens ordinaires de transport pussent encore longtemps suffire à des besoins incessants et nombreux. Il fallait, pour satisfaire aux nouvelles conditions économiques de la production, rapprocher les lieux de consommation des grands centres de production, et le lieu de production des matières premières des endroits de fabrication, de manière à assurer le marché national à tous les établissements industriels, et à augmenter la richesse générale en réduisant les frais et le temps employés au transport. D'un autre côté, un besoin nouveau d'action et de mouvement avait saisi les sociétés: on cherchait à étendre le cercle de son existence et de ses affaires, on voulait franchir rapidement les distances, et le temps, cet élément nécessaire de la valeur de toutes choses, acquérait chaque jour un nouveau prix.

C'est alors qu'un nouveau mode de communication vint satisfaire ce besoin des sociétés modernes. Des voies nouvelles furent inventées qui, au moyen de la vapeur, mirent en communication rapide les contrées les plus distantes, et ouvrirent au monde civilisé les sources de la richesse et les éléments du bien-être. Les chemins de fer, en pourvoyant aussi merveilleusement à cette grande nécessité sociale, constituent donc un véritable progrès. Aussi peut-on les regarder comme l'expression incontestable d'une civilisation avancée.

III.

DES CHEMINS DE FER.

Utilité des chemins de fer. — Historique de l'origine des chemins de fer et des machines locomotives. — Conclusion. — Dessein général de cet ouvrage.

Les chemins de fer sont les voies de communication les plus parfaites qui existent. Ils offrent sur les canaux, les rivières et les routes l'inappréciable avantage de la vitesse, d'un service fixe, constant et régulier, complétement à l'abri des intempéries de l'air et des saisons. Les chemins de fer sont principalement propres au transport des voyageurs ; car la rapidité qui caractérise cette belle invention importe incomparablement plus au transport des personnes qu'à celui des produits.

Utilité des chemins de fer. Il a régné longtemps une grande indécision parmi les ingénieurs au sujet du chiffre exprimant la valeur du tirage sur les chemins de fer, par la raison que l'on avait négligé, comme étant trop faible pour en tenir compte, la résistance produite par les chocs contre les aspérités de la voie, les frottements latéraux et la résistance de l'air contre les convois. Mais de récentes expériences faites en Angleterre, les unes par M. de Pambour, les autres par le docteur Lardner, sur une grande échelle et avec tout le soin nécessaire pour commander la confiance, ont établi ce chiffre d'une manière incontestable, et démontré que ces causes exercent sur l'ensemble de la résistance une action qu'il n'est point permis de négliger. Ainsi, dans ces expériences, la résistance d'un convoi composé de huit voitures, présentant une charge de 40 tonneaux, s'est élevée de 1/400 environ de la charge, pour de très-faibles vitesses, à 1/89 pour une vitesse de 50 kilomètres à l'heure, vitesse considérable il est vrai, mais qui ne sort nullement des limites de la pratique. M. de Pambour, évaluant à 1/389 le frottement des wagons, établit une formule des résultats de laquelle on peut conclure que le rapport de l'effort de traction au poids traîné, pour un convoi de dix voitures (locomotive comprise), d'un poids total de 50 tonneaux, s'élèvera successivement à 1/200, 1/150, 1/100 pour les vitesses respectives de

37, 51 et 71 kilomètres. D'où il suit que la vitesse la plus avantageuse sous le rapport de l'économie dans les frais de traction est de 15 à 16 kilomètres à l'heure, avec les machines locomotives aujourd'hui en usage. Pour une vitesse double, la dépense ne paraît pas devoir être évaluée à plus de moitié en sus ; mais au delà de cette dernière limite elle s'élève beaucoup plus rapidement que le carré de la vitesse, à tel point que lorsque cette dernière approche de 50 kilomètres, les frais de traction ont sextuplé (1). Aussi deux systèmes de transport, de rapidités différentes, sont-ils établis sur tous les chemins de fer sagement administrés : l'un à la vitesse de 16 kilomètres à l'heure pour le transport des marchandises, l'autre à celle de 30 à 35 kilomètres pour les voyageurs.

Ainsi donc, sur les chemins de fer de même que sur les routes ordinaires, le tirage augmente proportionnellement à la vitesse, mais en suivant une progression plus rapide ; la résistance de l'air est proportionnelle au carré de la vitesse, et conséquemment, acquiert une influence d'autant plus grande qu'il s'agit de vitesses plus considérables. La même analogie existe entre les moteurs : pour les machines locomotives comme pour les chevaux, l'effet utile atteint son maximum à un certain degré de vitesse, varie peu pour de faibles écarts, mais diminue considérablement au delà.

Les avantages que l'on trouve en comparant les chemins de fer aux routes ordinaires sont de deux sortes : *diminution des frais de traction* par suite de l'obstacle extrêmement faible opposé au mouvement, et qui tient immédiatement à la constitution de la voie ; *augmentation de vitesse* par suite de la substitution des moteurs mécaniques aux moteurs animés. Les chemins de fer, considérés comme moyen d'atténuer les résistances de toute nature que le roulage doit surmonter sur les routes ordinaires, seraient restés, relativement aux voies navigables, dans un état d'infériorité manifeste, si, comme à l'origine, les transports avaient dû s'y effectuer par des chevaux. Mais l'importance sociale de la vapeur une fois bien appréciée,

(1) V. le *Traité des machines locomotives*, par M. de Pambour, dont les nombreux travaux ont jeté une si vive lumière sur ce point, obscur avant lui, de la question des chemins de fer.

on s'est attaché à demander à ce puissant levier tout ce qu'il peut rendre de forces utiles ; on ne s'est pas borné à l'employer à la production manufacturière, on en a fait un admirable véhicule de locomotion, d'une puissance infinie, par lequel ont disparu les obstacles qui, avec des moteurs animés, limitaient la vitesse et la régularité du mouvement.

Les machines locomotives (1), en effet, possèdent sous un faible volume une puissance immense ; infiniment supérieure à la somme d'efforts que l'on peut obtenir des moteurs animés. C'est ainsi qu'il sera toujours, sinon impossible, du moins peu avantageux et prodigieusement incommode, d'atteler plus de six chevaux à une voiture, tandis qu'une machine locomotive; prise même parmi les plus faibles et plus légères, possède une force nominale d'au moins 50 chevaux (2). On sait que 50 chevaux de vapeur valent plus de 100 chevaux ordinaires, sans compter qu'à la rigueur une locomotive peut travailler vingt-quatre heures par jour, et qu'au bout de huit heures de travail la force du cheval le plus vigoureux est à peu près épuisée. Il faudrait donc, pour rendre la force animale égale à la force mécanique, fournir un cheval frais trois fois pendant vingt-quatre heures, ce qui, rigoureusement, fait trois chevaux par jour. De sorte que cette locomotive de 50 chevaux dont nous parlons, peut accomplir un travail journalier qui réclamerait le constant entretien à l'écurie de 300 chevaux. Admettons une de ces puissantes machines de 150 chevaux de force qui fonction-

(1) Lorsqu'au lieu d'attacher fixement au sol la base d'une machine à vapeur on l'assujettit au contraire sur un engin mobile, tel qu'un bateau ou un chariot, cette machine prend le nom de *locomobile* ou *locomotive*. Ce mot de *locomotive* est donc un terme générique qui comprend toute une classe de machines désignées par les fonctions qu'elles sont destinées à remplir. Cependant, dans son acception la plus générale, il s'applique spécialement aux machines qui fonctionnent sur les chemins de fer, eu égard à la faculté de locomotion qu'elles possèdent à un si haut degré.

(2) Le cheval théorique nominal, adopté et reconnu par les ingénieurs, a été évalué par Watt à une force de 33,000 livres soulevées d'un pied par minute. Mais la machine à vapeur ayant subi depuis Watt de grandes améliorations, il en résulte que la quantité d'eau évaporée pour produire l'*effet utile* donne lieu à un effort représenté plus exactement par les chiffres de 50 à 52,000 livres, soulevées à la même hauteur dans un même espace de temps.

Ce fait est démontré d'une manière irréfragable par l'instrument connu sous le nom d'*indicateur des machines à vapeur*.

nent sur plusieurs de nos chemins de fer, et nous arriverons au chiffre surprenant de plus de *neuf cents chevaux*.

La résistance au mouvement étant dix fois moindre sur un chemin de fer que sur une route, cette dernière locomotive dont nous parlons, placée en tête d'un convoi, fournira une force effective *cent cinquante fois* plus considérable que la force maximum appliquée à une diligence. Que l'on juge par ces résultats, que démontre incontestablement l'expérience de chaque jour, de la somme des bienfaits que l'invention des chemins de fer promet de réaliser, et combien est grande l'influence qu'elle est appelée à exercer sur les destinées de l'humanité !

Par ce qui précède on voit que ces nouvelles voies de communication se composent de deux parties bien distinctes : de *la voie de fer*, par laquelle se produit la diminution de résistance au mouvement, et du *moteur* qui produit l'augmentation de vitesse, source première de leur importance sans égale. Plus loin nous aurons l'occasion de nous arrêter suffisamment à l'examen de ces deux parties essentielles ; traçons auparavant l'historique des améliorations dont elles ont été successivement l'objet.

RÉSUMÉ HISTORIQUE DE L'INVENTION DES VOIES DE FER. Il est, à vrai dire, impossible de déterminer à quelle époque et à quel inventeur remonte la création des chemins de fer. L'idée si simple et qui résume tout le principe des chemins de fer, celle de faciliter le tirage en recouvrant par un corps dur et uni l'espace sillonné par les roues, a dû se présenter si naturellement aux hommes les moins ingénieux, qu'il n'est pas possible de lui assigner une date. D'ailleurs, quels que soient les différents moyens employés à cet effet, celui des dalles en pierre que l'on retrouve dans quelques voies de l'Italie antique, ou celui des madriers en bois dont on s'est servi de tout temps dans les carrières pour mettre en mouvement de lourdes masses, ou bien encore celui des bandes de fer employé dans les exploitations houillères, tous ne constituent qu'un premier pas vers l'invention que nous admirons aujourd'hui.

Il paraît que dès 1649 des chemins à rails en bois étaient établis dans les exploitations houillères de Newcastle-sur-Tyne, dans le comté de Durham en Angleterre ; ces chemins

produisaient une telle diminution de la résistance au tirage, qu'un seul cheval pouvait traîner sur une route unie un poids d'environ dix mille kilogrammes (1). Mais la prompte détérioration de ces rails opposait au service de graves inconvénients. Pour y obvier, M. Reynolds, l'un des propriétaires de la grande fonderie de Colebrook-Dale, dans le Shropshire, imagina de substituer aux pièces en bois des rails en fonte de fer (1767).

Ces rails, de la forme et de l'assujettissement desquels la figure 1re pourra donner une idée, étaient fixés par des chevilles de



Fig. 1. Rail à bande plate.

fer ou par des clous à vis, sur des pièces de bois placées en travers de la voie. L'angle que formait le rebord servait à maintenir dans la voie les roues des wagons. Mais ce système présentait l'inconvénient grave de laisser s'accumuler dans l'angle du rebord la poussière et la boue, et d'amener ainsi sur les voies ferrées tous les désavantages des routes ordinaires. M. Sessop y remédia en reportant sur la roue le rebord qui existait sur le rail. Afin d'atténuer autant que possible le choc produit par le roulement des roues, il interposa entre les rails et les pièces de bois sur lesquelles ils reposent une pièce de fonte séparée, nommée *chair* ou *coussinet*, fixée à son support par le moyen de deux chevilles, ainsi que la figure 1 *bis* le représente. Par

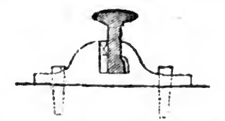


Fig. 1 *bis*. Rail saillant assujetti dans le coussinet.

suite de cette importante modification, la forme des roues et des rails, et la manière d'assembler ces derniers, se trouvèrent

(1) *Traité pratique des chemins de fer*, par Nicolas Wood, § v. Paris, 1834.

à peu de chose près ce qu'elles sont aujourd'hui. La seule innovation qui doive être signalée, c'est la substitution du fer malléable à la fonte pour la confection des rails, opérée vers 1820, à la suite de nombreux perfectionnements que reçut la fabrication du fer, et qui en firent considérablement baisser le prix.

Les premiers chemins de fer n'ont donc été créés que pour desservir des exploitations particulières, pour transporter les produits des houillères, des carrières, etc., du lieu de production à un point donné, soit au bord d'une voie navigable, soit dans quelque grand centre de consommation. Mais lorsque l'accroissement des besoins eut déterminé une plus grande activité dans la consommation et fait sentir le besoin de perfectionner le transport, on eut la pensée de généraliser l'emploi des chemins de fer, et de les mettre, tant par la solidité de leur construction que par le perfectionnement des accessoires, en rapport avec les nouveaux services auxquels on les destinait. Le chemin de fer de Darlington à Stockton, achevé en 1825, et d'une longueur de soixante kilomètres, est le premier qui ait été établi sous l'empire de ces idées; il est aussi le premier chemin de fer de quelque étendue régulièrement construit.

Mais l'établissement de ce chemin ne constituait encore qu'un premier pas vers la réalisation du mode de transport dont nous obtenons aujourd'hui de si merveilleux résultats. C'est la découverte du principe de la force locomotrice, c'est l'application de ce principe au mouvement des voitures, qui, en produisant une vitesse jusque-là inconnue, ont déterminé l'importance sociale des voies nouvelles.

Résumé historique de l'invention des machines locomotives. C'est à Nicolas Cugnot, né à Metz en 1725, que nous devons les premiers essais tentés pour appliquer au mouvement des voitures la force élastique de la vapeur. Vers 1770 cet habile ingénieur construisit une petite voiture que mouvait la seule force de la vapeur. Cet essai fit grand bruit, et attira l'attention du gouvernement, qui, ne voyant qu'une machine de guerre dans la réalisation du plus puissant instrument de pacification qui ait encore été remis entre les mains des hommes, procura à Cugnot les fonds que réclamait l'application en grand de sa découverte.

Les expériences eurent lieu à l'arsenal de Paris et ne remplirent que très-imparfaitement le but qu'on s'était proposé d'atteindre : le problème à résoudre aujourd'hui pour les aérostats, celui d'une direction possible, n'était pas encore réalisable pour les voitures à vapeur; le mouvement était produit, mais on ne put le diriger, et la machine, déviée du chemin qu'on voulait lui faire suivre, alla frapper un mur qu'elle renversa. Ce problème d'une direction possible eût été réalisé, que Cugnot aurait encore été arrêté par divers autres obstacles, et surtout par l'impossibilité de faire marcher son appareil sur les routes ordinaires. Sa machine, le patriarche des locomotives, est aujourd'hui déposée dans la collection du Conservatoire des arts et métiers.

L'établissement des chemins de fer pouvait seul faciliter la solution d'un problème dont Watt lui-même s'était vainement occupé. Vers 1804, deux ingénieurs anglais, Trevithick et Vivian, établirent sur un chemin de fer du comté de Cornouailles une machine locomotive qui remorqua sur une longueur de 15 kilomètres, et à la vitesse d'une lieue à l'heure, une charge de dix tonnes de fer. La vitesse obtenue était, comme on voit, excessivement faible. D'un autre côté, la disposition des diverses parties de la machine était des plus grossières, les moyens de recevoir la puissance de la vapeur et de la transmettre aux roues, des plus imparfaits. Mais un grand perfectionnement était atteint, le but essentiel de l'expérience se trouvait rempli : désormais il devenait possible de maîtriser ces puissants véhicules et de leur imprimer par le moyen des chemins de fer un mouvement uniforme et régulier.

Il ne s'agissait donc plus que de perfectionner le mécanisme de ces machines et de leur faire produire assez de vapeur pour fournir une plus grande vitesse. Mais, chose singulière, et qui peint jusqu'à quelles aberrations peut descendre l'esprit humain, même après s'être élevé à de hautes conceptions, ces deux hommes qui venaient de réaliser le problème, si longtemps cherché, de l'application de la vapeur au mouvement des voitures, étaient convaincus que le manque d'adhésion des roues sur les rails constituait le principal obstacle à la rapidité du mouvement. *Entre deux surfaces planes*, disaient-ils dans un Mémoire publié à cet effet, *l'adhésion est trop faible, les voitures sont exposées à glisser, et la force d'impulsion est perdue.*

Emises par deux hommes qu'un succès inespéré venait de ranger parmi les notabilités scientifiques de l'époque, ces idées, non moins étranges que fausses, furent adoptées sans examen par les ingénieurs anglais, et devinrent leur principal point de départ vers les nouvelles recherches. Aussi vit-on se produire, par les moyens les plus singuliers, les inventions les plus bizarres. Tantôt c'était M. Brunton, savant distingué du reste, qui faisait agir les pistons, non plus sur des roues, mais sur des espèces de pieds en fer, lesquels, s'appuyant sur le sol, poussaient la locomotive de la même manière que les pieds de derrière d'un cheval poussent en avant la voiture à laquelle l'animal se trouve attaché. Cette disposition donnait lieu à des secousses qui tendaient à briser tout l'appareil. Une autre fois c'était l'ingénieur Chapmann qui voulait faire marcher les locomotives par un procédé en tout point semblable à celui du touage des bateaux : à cet effet il faisait placer au beau milieu de la voie, et de distance en distance, des points fixes sur lesquels la machine se halait en enroulant sur une espèce de tambour un câble qu'elle portait, et que l'on détachait aussitôt que la machine était arrivée à chacun des points fixes échelonnés tout le long de la route. Une autre fois encore c'était M. Blenkinsop avec ses chemins à crémaillères établis au moyen d'entailles profondes, pratiquées à la fois sur les roues et à la surface des rails; les dentelures des rails s'emboitaient dans celles des roues, et augmentaient considérablement, on peut le croire, les effets de la résistance et du frottement. Nous ne continuerons pas davantage cette triste nomenclature de perfectionnements stériles et d'essais avortés. Ici l'homme ne cherchait point une invention, il n'étudiait point une de ces grandes questions que le génie seul peut résoudre : il s'arrêtait devant une erreur de raisonnement que pouvait faire disparaître un examen sérieux et réfléchi.

On aurait pu continuer longtemps encore, et toujours sans succès, ces essais malheureux, si un autre ingénieur, M. Blackett, ne s'était avisé de faire plusieurs expériences à l'effet de constater quel pouvait être le degré d'adhésion de la roue sur les rails. Ces expériences établirent que, par une loi invariable de la nature, *l'adhésion des roues à la surface des rails est plus que suffisante pour assurer la marche des plus lourds convois,* par la raison qu'il existe sur la surface du fer ou de la fonte,

quelque unie qu'elle soit par le frottement, des aspérités suffisantes pour faire mordre les roues sous l'influence du poids et déterminer la locomotion cherchée. On comprit dès lors, mais seulement après huit années de recherches, que c'était vers les moyens de produire la vapeur et conséquemment la force motrice, que devaient se diriger les essais de perfectionnement.

La première machine construite en vue de ce résultat le fut en 1814 par Georges Stephenson, pauvre ouvrier mineur, que de longues études entreprises au milieu de ses pénibles travaux ont rendu l'un des premiers ingénieurs de la Grande-Bretagne (1). Cette machine néanmoins, quoique simplifiée par M. Stephenson des innovations stériles tentées par ses devanciers, loin d'offrir une solution satisfaisante du problème, ne différait guère que par des perfectionnements de détail de celle qui avait été construite dix années auparavant par Trevithick et Vivian.

On s'étonnera des difficultés inouïes qu'a rencontrées l'application de la vapeur à la locomotion sur les chemins de fer, si l'on réfléchit qu'à cette époque le problème pour les machines fixes était résolu depuis plus d'un quart de siècle, et que nombre d'années s'étaient également écoulées depuis que Fulton avait si heureusement réalisé l'application de la machine à vapeur au mouvement des bateaux. Ce désaccord apparent peut facilement s'expliquer. Pour les bateaux, le poids des machines, quelque considérable qu'il fût à l'origine, ne constituait qu'une faible partie de la masse du navire; on pouvait ajouter, dès qu'on le jugeait convenable, de grosses pièces de fer ou de fonte destinées à consolider le tout et à former une masse compacte et solide, capable de supporter des ébranlements de toute nature. Mais il ne pouvait en être de même pour les locomotives sur les chemins de fer. Ces chemins, construits avec des rails en fonte qui ne pesaient par mètre courant que 12 à 15 kilogrammes au lieu de 28 à 32 qu'ils pèsent aujourd'hui,

(1) C'est ce même M. Stephenson auquel deux compagnies anglaises ont fait ériger une statue monumentale en bronze, comme à l'auteur *principal* de l'invention des machines locomotives. On ne peut nier que les modifications apportées par cet homme ingénieux n'aient contribué à ouvrir la voie aux inventeurs qui l'ont suivi. Toutefois on va voir que ce n'est pas sans raison qu'a été contesté l'honneur que quelques-uns lui attribuent.

ne présentaient aucune solidité et se trouvaient bientôt dégradés par les lourdes machines qui les parcouraient; d'un autre côté, ces machines, n'étant point assez solidement agencées pour résister à l'ébranlement qu'elles produisaient, se détérioraient rapidement et exigeaient de fréquentes réparations. De là résulte que, pour arriver à perfectionner complétement le mécanisme des machines locomotives, il fallait résoudre trois problèmes, dont Georges Stephenson s'était vainement occupé. Il fallait, 1° faire circuler l'eau constamment et sans interruption autour du foyer; 2° augmenter dans un espace donné l'étendue de la surface de chauffe (1); et 3° construire des machines assez légères pour ne point surcharger le chemin, et présentant cependant assez de résistance pour ne point se briser elles-mêmes par le mouvement. Il fallait, en un mot, construire des locomotives à la fois légères, solides et puissantes : *légères*, pour ne point endommager les rails; *solides*, pour n'exiger que les réparations dues au service, et plus *puissantes* qu'il ne le faut pour les tractions auxquelles elles sont destinées. L'introduction en France de ces imparfaits véhicules devait amener, de ce problème si complexe, une solution qui a conduit à l'invention de la locomotive telle que nous la voyons aujourd'hui.

C'est en 1829 que la France vit les premières machines locomotives. A cette époque la compagnie du chemin de fer de Lyon à Saint-Etienne en fit acheter deux, construites d'après le système de M. G. Stephenson. L'une d'elles fut envoyée comme objet d'études à M. Hallette, constructeur de machines à Arras, l'autre fut transportée à Lyon pour servir de modèle à celles que M. Seguin, directeur du chemin de Lyon à Saint-Etienne, devait y faire construire. — Il résulta des différentes épreuves que l'on fit subir à ces deux locomotives que *leur vitesse moyenne ne dépassait pas six kilomètres à l'heure.*

Cette insuffisance de vitesse ayant fait reconnaître la nécessité d'augmenter les moyens de produire la vapeur, M. Seguin résolut d'appliquer aux diverses machines qu'il faisait construire un projet qu'il mûrissait, dit-il (2), depuis 1827, et qui consis-

(1) *Influence des chemins de fer*, chap. VII. Paris, 1838.

(2) Huit pieds carrés de surface échauffante sont nécessaires pour opérer en

tait à multiplier les surfaces échauffantes, en faisant passer l'air chaud provenant de la combustion à travers une série de tubes plongés dans l'eau de la chaudière. Au lieu de procéder comme Perkins pour ses chaudières tubulaires, qui étaient chauffées à l'intérieur tandis que l'eau circulait dans les tubes, M. Seguin imagina d'agir en sens inverse, c'est-à-dire de faire circuler la flamme dans les petits tubes, pendant que ceux-ci se trouvaient plongés dans le réservoir d'eau destiné à être introduit dans la chaudière. « Cette invention, dit M. le comte Pambour, dans le savant ouvrage dont nous avons déjà eu l'occasion de parler, est sans contredit la plus importante qui eût encore été introduite dans la construction des locomotives; c'est à elle surtout que nous sommes redevables de la *vitesse* et de la *puissance* surprenante des machines actuelles. » Il est facile de comprendre en effet que, la flamme, dans ces chaudières tubulaires, se trouvant en contact par un très-grand nombre de points avec les parois à échauffer, la quantité d'eau évaporée, et par suite la quantité de vapeur produite, doit de même être très-considérable. Or c'est précisément par cette grande production de vapeur dans un temps donné que se produit ce prodigieux développement de force par lequel on atteint des vitesses qui dépassent tout ce qu'auparavant on eût jugé possible.

Mais une autre difficulté restait encore à vaincre. La hauteur de la cheminée, limitée par la condition de donner de la stabilité à la machine et par la nécessité de réduire à de certaines limites les dimensions des souterrains ou des ponts que les convois auraient à traverser, cette hauteur ne procurait qu'un tirage insuffisant pour satisfaire à l'activité de combustion des nouvelles chaudières. M. Seguin avait joint à son admirable invention un ventilateur à force centrifuge qui augmentait considérablement le tirage. Mais M. Pelletan, en imaginant d'accélérer le courant d'air par l'introduction d'un jet de vapeur dans la cheminée, fournit la solution la plus parfaite qu'il fût possible de donner à ce problème. Selon l'usage, l'Angleterre

une heure la vaporisation d'un pied cube d'eau, capacité qui représente une force de cheval. Dans la machine de M. Georges Stephenson, l'étendue de la surface de chauffe n'était que de 54 pieds carrés. Sa force, par conséquent, n'était que de six à sept chevaux tout au plus.

la première appliqua et s'appropria l'invention des deux ingénieurs français.

C'est seulement en 1830, lorsque l'on mit en activité le nouveau chemin de fer de Liverpool à Manchester, que les nouvelles chaudières furent appliquées aux machines locomotives. La compagnie propriétaire du chemin proposa en faveur du propriétaire de la machine qui remplirait le mieux certaines conditions de force et de vitesse un prix de 500 liv. st. (12,500 francs), que remporta M. Robert Stephenson, qui avait adopté le système des chaudières à tube de M. Seguin (1). La machine qu'il présenta au concours, surnommée le *Rocket*, fournit dans les premières expériences faites le 15 septembre 1830, une vitesse de quinze lieues à l'heure; dans les essais postérieurs, elle fut poussée jusqu'à *vingt-cinq lieues*. Mais la crainte des accidents ne permit pas que l'on profitât de toute cette force, et l'on jugea prudent de régulariser la marche sur une moyenne de douze lieues à l'heure.

Dès lors le service des chemins de fer prit une merveilleuse extension ; ils ne furent plus uniquement employés au transport des marchandises; le nouveau et rapide moteur doublant leur utilité, y amena un concours de voyageurs hors de tout rapport avec les prévisions les plus hardies. De ce moment enfin date la solution complète du problème de l'application de la force de la vapeur à la locomotion sur les chemins de fer.

Conclusion.

Les routes de terre ont pu longtemps suffire aux besoins des nations. Par elles les populations entretiennent des rapports, échangent leurs produits, développent leur industrie et leur commerce. Mais ces rapports sont lents, coûteux, et ne peuvent guère aller chercher des consommateurs lointains; le commerce renferme ses échanges dans un cercle étroit, et l'industrie ne demande qu'à des contrées voisines les matières qu'elle emploie et qu'elle transforme. Aussi n'a-t-on pas tardé à reconnaître

(1) Ce constructeur, aujourd'hui l'un des ingénieurs les plus éminents de son pays, est fils de Georges Stephenson, dont il est parlé plus haut.

que, à moins de créer des voies de communication plus économiques, les expéditions du commerce seraient toujours restreintes, et que les provinces éloignées ne pourraient que difficilement se transmettre l'une à l'autre les produits de leur sol et de leur industrie. De là les efforts tentés, pendant plusieurs siècles, pour améliorer les rivières et les unir entre elles par des canaux.

L'invention des écluses, en permettant l'ouverture des canaux et l'amélioration des rivières, a créé un ordre de choses tout à fait nouveau. Les relations des hommes entre eux se sont multipliées et agrandies, les transports lointains sont devenus à la fois plus faciles, plus considérables et moins coûteux, le commerce a étendu ses échanges, l'industrie a pu porter au loin ses produits, et les diverses provinces d'un même pays se sont unies par des liens plus intimes, depuis que ces améliorations utiles leur ont permis de communiquer plus fréquemment entre elles et d'échanger leurs denrées.

De tels échanges servent depuis longtemps et serviront sans doute de plus en plus à créer l'aisance et la richesse. Cependant, malgré le développement que prenait dans toute l'Europe l'établissement des voies de communication, l'avénement de la grande industrie avait produit une activité trop grande pour que les anciens moyens de communication pussent encore longtemps suffire à cette immense circulation d'hommes et de choses qui venait de naître de l'application de la vapeur à l'industrie. Il fallait des véhicules nouveaux, par lesquels on pût transporter d'une manière rapide et peu coûteuse ces masses de produits qui se forment instantanément dans les vastes ateliers de nos manufactures; il fallait aussi que les industriels. dont les relations allaient s'étendre désormais dans une plus vaste sphère, eussent la faculté de ménager davantage leur temps devenu plus précieux; il fallait enfin que l'étendue des distances à parcourir ne se présentât plus comme un obstacle insurmontable à la rapide conclusion des affaires commerciales. L'invention des chemins de fer est venue à son heure satisfaire à ce besoin nouveau d'une locomotion plus économique et mieux en rapport avec les exigences actuelles de la société.

L'invention des chemins de fer commence une nouvelle ère dans les relations des cités et des peuples. En réduisant consi-

dérablement et le temps et l'argent employés jusqu'ici au parcours des distances, qu'elle supprime même pour ainsi dire, elle a donné au pauvre comme au riche la faculté de se déplacer, avantage précieux, inestimable, demeuré jusqu'ici l'apanage exclusif de quelques-uns. Aussi cette magnifique invention du génie moderne a-t-elle déjà conquis partout son droit de nationalité. Il semble que tous les peuples possèdent l'instinct de sa grandeur, tant ils l'accueillent avec empressement, avec enthousiasme; ils ne reculent devant aucun sacrifice pour avoir des chemins de fer, pour en avoir un grand nombre et le plus promptement possible; on dirait que leur salut soit attaché à ces entreprises. L'esprit industriel s'y abandonne avec une vivacité, une ardeur, une confiance presque comparables à celles dont l'esprit religieux avait donné l'exemple à l'époque des croisades. C'est un grand mouvement d'émulation qui a gagné toute l'Europe de proche en proche, et qui a atteint même les nations les plus rétives au progrès.

Lorsqu'une même opinion, un même sentiment, se manifeste à la fois avec autant de vivacité parmi des peuples que n'unissent ni les mêmes lois, ni le même langage, ni les mêmes habitudes, il est évident que ce sentiment est l'expression d'un besoin universel et profondément senti. L'espèce humaine contribuant en effet directement et pour une forte part à l'industrie des transports, une invention qui a pour effet de réduire la somme d'efforts que ce service exige ne peut que tendre au soulagement de la classe laborieuse; de même, tout ce qui est de nature à diminuer le prix des denrées, à augmenter le taux du salaire, à régulariser la répartition du travail, à déterminer l'amélioration matérielle et morale de l'immense majorité des citoyens, et telle est, sans aucun doute, l'action économique des chemins de fer, concourt directement à reconstituer toute l'organisation sociale, un moment ébranlée, et justifie complétement l'ardeur avec laquelle les peuples réclament aujourd'hui l'établissement de ce puissant levier de bien-être et de civilisation.

Lorsque l'application de la vapeur à la locomotion vint donner une si heureuse solution au problème du transport économique des produits, le système des routes de terre était complet en Angleterre et celui des canaux offrait, comparativement à l'étendue du pays, un développement considérable. Dans un

tel état de choses, ce pays devait devancer, et il a devancé en effet, toutes les nations de l'Europe dans l'établissement des voies de communication parfaites : il a pu, pendant un intervalle de moins de quinze années, tracer à travers son territoire treize cent vingt lieues de chemins de fer. Plus de trois cents lieues sont en cours de construction, et cependant de nouveaux projets se préparent encore.

Les Etats-Unis, peuple jeune encore, n'ayant sur un immense territoire et pour réunir des populations placées à de grandes distances que des voies imparfaites et peu nombreuses, devaient nécessairement mettre à profit cette nouvelle découverte des arts, et saisir avec empressement un mode de communication si propre à entretenir et consolider leur union récente. L'unité nationale y est en effet le résultat de la facilité des communications. Les progrès rapides des Européens dans l'intérieur des terres dérivent de la même cause. Aujourd'hui, le développement des chemins de fer exécutés ou en cours de construction aux Etats-Unis s'élève à plus de 14,000 kilomètres, c'est-à-dire à près du double de la totalité des chemins de fer qui existent en Europe.

Mais, laissant de côté l'Angleterre et les Etats-Unis, placés dans des conditions spéciales, examinons les faits non moins saisissants qui s'accomplissent autour de nous.

La Belgique vient de mettre le sceau à la grande œuvre qu'elle poursuit depuis près de dix années avec une persévérance remarquable. La grande ligne d'Anvers à Cologne est livrée à l'exploitation, et donne naissance à un prodigieux mouvement de personnes et de choses. Au point de vue industriel et politique, ce fait a une immense portée : il ne tient à rien moins qu'à faire d'Anvers le grand port commercial de l'Allemagne, et à établir à travers la Belgique un immense transit, au grand détriment de la France.

La Hollande commence à imiter l'exemple de la Belgique, et trace à travers un sol facile de nombreuses lignes de *railways*. Les plus petits Etats de l'Allemagne s'imposent les plus lourds sacrifices, afin de ne pas se laisser distancer par leurs voisins. La Prusse s'efforce de multiplier ces voies nouvelles et de les relier à celles des royaumes qui l'entourent, de manière à former sur son territoire des centres importants d'industrie et de commerce. La Russie elle-même cède au mouvement qui agite

le continent ; elle s'occupe à réunir ses deux capitales et à les rattacher aux railways de l'Allemagne. L'Autriche, toujours si prudente et si réservée en fait d'innovations, voit relier, par ces voies rapides qui effacent les distances, les points les plus éloignés de son vaste empire.

La France, que l'on avait toujours vu marcher à la tête des autres peuples dans les voies de la civilisation et du progrès, ne peut rester plus longtemps stationnaire : s'arrêter quand tout marche, c'est rétrograder, c'est déchoir de son rang. Après s'être longtemps et péniblement débattues au milieu de discussions arides, d'études sans résultats et d'essais malheureux, ses chambres législatives ont enfin ordonné l'exécution d'un vaste réseau de chemins de fer destiné à satisfaire aux intérêts les plus généraux du pays. La loi du 11 juin 1842 fixe l'étendue de ce réseau à 3,155 kilomètres : 788 lieues. Espérons que, mieux instruits des vrais intérêts du pays, les hommes que les événements ont portés au timon des affaires s'occuperont sérieusement de réparer le temps perdu, et qu'ils sauront enfin tracer ailleurs que sur le papier le vaste réseau de lignes de fer qui doit maintenir à la France ses éléments de puissance et de richesse : qu'ils joignent aux canaux, ces *chemins qui marchent* suivant la belle expression de Pascal, les railways, *ces chemins qui courent*, et ils auront contribué à élever la civilisation matérielle du pays à la plénitude de la puissance qu'elle est destinée à atteindre.

Mais si l'utilité des chemins de fer est incontestable aujourd'hui et s'il n'y a plus lieu de débattre leur établissement, il n'en est pas de même des conditions de cet établissement. Le tracé qu'il convient d'adopter, les limites dans lesquelles on doit se renfermer pour la détermination du rayon des courbes et pour la déclivité des pentes dont les aspérités du sol nécessitent l'établissement, le système d'exécution des travaux, le mode d'assujettissement de la voie de fer, constituent des questions essentielles et sur lesquelles cependant la science n'est pas toujours en état de prononcer : c'est en se servant des leçons de l'expérience et en mettant à profit le fruit de ses observations personnelles que l'ingénieur chargé de la construction d'un chemin de fer pourra espérer d'accomplir convenablement la tâche importante qui lui aura été confiée.

Mais la question des chemins de fer n'est pas seulement une question d'art : les voies nouvelles doivent être principalement considérées comme les futurs agents du commerce, de l'industrie et de la généralisation du progrès démocratique et civilisateur. Elles doivent abaisser avec le prix des matières premières et des objets fabriqués, celui des denrées de première nécessité ; elles doivent accroître et multiplier à l'infini les forces matérielles et morales de l'homme, et, avec celles-ci, son indépendance, sa dignité, son bien-être, et ce louable sentiment d'association de la grande famille humaine qui la fait sans cesse graviter vers l'unité politique et religieuse. De ces faits il résulte que le meilleur système pour l'établissement des chemins de fer sera celui qui rendra les transports aussi économiques que possible. Les chemins de fer impriment plus d'activité au commerce, plus d'énergie à la production, ils tendent à rendre la société plus heureuse en la rendant plus riche : par la vitesse aérienne de leur marche, chaque produit va trouver des consommateurs ignorés, des débouchés nouveaux vont provoquer des créations nouvelles ; mais tous ces avantages, un seul mot les résume : c'est l'ÉCONOMIE DU TRANSPORT. — Il y aura donc à se demander, aussitôt la construction des chemins de fer terminée et les problèmes auxquels elle a pu donner lieu étant résolus, quel sera le mode d'exploitation qui pourra nous conduire à la réalisation de ce résultat ? Ici deux solutions se trouvent en présence : l'une qui remet au pouvoir social la gestion des voies nouvelles, l'autre qui la confie aux soins d'associations particulières. Qui donc, de l'Etat ou des compagnies, devra desservir les chemins de fer si l'on veut que ces magnifiques voies de communication procurent tous les avantages économiques et sociaux qui sont en elles ?

Cette question résolue, quels devront être alors les droits à établir sur la circulation de ces voies ? — Mais ces droits eux-mêmes ne dépendent pas uniquement, quant à leur taux, du système qui a prévalu pour la gestion du chemin : les frais de construction, ceux de l'établissement du matériel et le montant des dépenses de l'exploitation exercent sur ce point une très-grande influence. Quelle sera donc la moyenne de la totalité de ces dépenses ; quelles circonstances pourront, ou les modifier, ou en faire varier l'influence et les résultats ?

Nous nous arrêterons suffisamment à l'examen de chacune

de ces questions, et de plusieurs autres encore qui en sont la conséquence et auxquelles l'exécution du vaste réseau de chemins de fer voté par les chambres ajoute en ce moment un si haut intérêt.

Pour la parfaite intelligence du sujet, nous diviserons notre travail en quatre parties principales, embrassant chacune dans son ensemble un des grands points de la question qui nous occupe.

La première partie aura essentiellement pour objet l'indication du tracé des chemins de fer, c'est-à-dire les délimitations de leur parcours, au double point de vue de leur construction et des intérêts qu'ils sont destinés à satisfaire. Le tracé qu'il convient d'adopter, le système de pentes et de courbes qu'il convient d'établir, constituent, au point de vue de l'intérêt du pays, des questions d'une haute importance et à l'examen desquelles nous croyons devoir nous arrêter suffisamment en consacrant à chacune d'entre elles un chapitre particulier.

Dans la seconde partie nous traiterons des divers éléments dont la réunion constitue la construction des chemins de fer proprement dite. Nous aurons aussi à jeter un coup d'œil sur les principaux véhicules servant à leur exploitation, et à décrire dans leurs différentes parties et dans les détails de leur construction les puissants moteurs qui les parcourent.

Quant à la troisième partie, elle constituera le côté économique de notre travail : nous y traiterons des frais d'établissement et d'entretien des chemins de fer, des dépenses et du mode d'exploitation, des tarifs, etc., et, d'après les renseignements concluants que l'expérience nous fournit, nous démontrerons les vices du système adopté par les chambres. Ce ne sont plus seulement nos intérêts matériels, c'est le bien-être du peuple, c'est notre puissance et notre avenir qui aujourd'hui sont menacés et nous interdisent de confier à d'autres qu'à l'Etat, ce protecteur né des intérêts de tous, l'exécution et l'exploitation de nos principales lignes.

Dans la quatrième partie nous aurons à présenter sous une forme synoptique, facile à saisir, la situation matérielle, financière et commerciale des chemins de fer dans les Etats d'Europe et aux Etats-Unis. — Ces voies de communication ouvrent une ère nouvelle aux relations sociales. Nous nous efforcerons de

déterminer l'influence que déjà elles exercent ou sont destinées à exercer sur la situation politique et morale de ces différents pays.

Enfin nous terminerons en décrivant les nouveaux systèmes de communication encore à l'état d'étude, mais qui occupent si vivement l'attention publique, et dont quelques-uns, reposant sur les principes certains de la science, doivent tôt ou tard porter leurs fruits.

Traitant de questions nées d'hier et dans lesquelles le progrès de la veille est toujours effacé par celui du lendemain, il ne nous est guère possible de nous faire illusion sur la durée de ce livre. Mais, en l'entreprenant, nous n'avons eu d'autre but que de constater l'état actuel de la question des chemins de fer et de la présenter sous ses divers aspects en indiquant les points où la science nouvelle nous a paru réclamer le plus vivement l'innovation ou le perfectionnement : heureux si dans le nombre des idées que nous avons eues à émettre sur ce sujet, quelques-unes peuvent n'être pas sans utilité pour les intérêts vitaux du pays.

DES

CHEMINS DE FER

EN FRANCE.

I. TRACÉ. — II. CONSTRUCTION.

III. EXPLOITATION. — ÉTAT ACTUEL.

DES

CHEMINS DE FER

EN FRANCE.

PREMIÈRE PARTIE.

DU TRACÉ DES CHEMINS DE FER.

L'établissement d'une ligne de chemin de fer embrasse deux espèces de tracés, qui sont le tracé général et le tracé particulier ou définitif. Le premier comprend la détermination des points principaux compris entre deux points donnés, choisis comme extrémités de la ligne. Le tracé particulier ou définitif suit l'adoption du tracé général : il comprend l'indication et le choix des travaux les plus avantageux à établir.

L'art de tracer les chemins de fer résume toute la science de l'ingénieur, et constitue l'un des problèmes les plus complexes qu'il puisse avoir à résoudre. Ce problème, *trouver la ligne la mieux appropriée aux intérêts qu'elle est appelée à desservir*, susceptible de bien des solutions différentes, n'en admet généralement qu'une seule réellement bonne, et celle-là ne s'obtient qu'à l'aide des études les plus longues et les plus difficiles.

Le tracé n'est que la détermination des différents points du parcours d'un chemin de fer, le classement est la détermination des deux extrémités opposées d'une grande ligne.

Ici la question change de face et s'agrandit ; il ne s'agit plus de considérer un chemin de fer isolément et en lui-même, mais de le rattacher à un système général et de l'unir à d'autres chemins, de chercher enfin à le faire entrer dans un ensemble

bien coordonné, et de lui fournir tous les auxiliaires qu'il est susceptible de recevoir, soit dans l'intérieur du pays, soit avec les autres lignes des pays étrangers. Ce dernier point est important, et l'expérience a démontré que la facilité des échanges et la rapidité des communications se produisent dans une sphère d'autant plus large que les chemins de fer ont entre eux de plus nombreux points de cohésion.

Les points les plus importants qu'embrasse l'art du tracé des chemins de fer sont ceux qui ont pour objet :

1° Les dimensions à donner au chemin;

2° Le degré d'inclinaison sous lequel on peut l'établir;

3° L'étendue du rayon à donner aux courbes dont les difficultés du terrain exigent l'établissement.

Les chemins de fer ont pour but essentiel, non de développer à la surface du sol des alignements géométriques et des contours savamment disposés, mais bien de rapprocher les populations et de leur offrir, à elles et à leur commerce, des moyens de transport rapides, faciles, et, par-dessus tout, économiques. Conséquemment, la plus grande économie doit être apportée dans leur exécution, si l'on veut qu'ils accomplissent la mission qui leur est réservée et qu'ils concourent efficacement à l'accroissement de la richesse publique en se mettant à la portée de tous les besoins et de toutes les fortunes.

Jusqu'ici l'enthousiasme aveugle causé par leur apparition spontanée a contribué assez généralement à éloigner de leur construction les sages principes d'une économie rationnelle et bien entendue. Entraînés dès l'origine par des espérances chimériques, les praticiens anglais, à qui l'on doit l'établissement des premières grandes lignes de chemins de fer, se sont en quelque sorte imaginé que ces voies nouvelles multipliaient les capitaux dans la même proportion qu'elles multiplient les voyageurs, et que le but essentiel qu'il s'agissait d'atteindre était de les établir d'après les règles d'une perfection absolue. Pour un chemin de fer dont la circulation atteint annuellement un mouvement de 250,000 voyageurs et un tonnage de 300,000 tonneaux, on ne saurait, disaient-ils, trop augmenter les frais de premier établissement pour éviter les courbes et les pentes. Mais ce point ne constitue qu'une des faces, la moins importante peut-être, du problème de l'établissement d'un chemin de fer approprié aux ressources et aux be-

soins d'un pays. La véritable question, celle à l'examen de laquelle il convient de s'arrêter tout d'abord, c'est de savoir si une nation qui ne dispose que d'une somme limitée doit l'enfouir dans une seule entreprise afin de la rendre parfaite; si les besoins réels de la classe laborieuse doivent être satisfaits avant les goûts futiles de la classe riche; s'il est juste et convenable que quelques-uns parcourent 10 à 12 lieues à l'heure, le plus grand nombre 2 lieues à l'heure seulement, tandis que tout le monde pourrait voyager à la vitesse de 7 à 8 lieues. Ainsi présenté, le problème change entièrement de face, et l'on comprend que la question d'art, si importante au premier aspect, s'efface entièrement devant la question économique et financière.

Si nous voulons chercher à déterminer le système de construction dont l'adoption par la France pourrait présenter les plus grands avantages, il sera nécessaire d'examiner ceux employés en différents pays, en faisant la part rationelle de la situation particulière dans laquelle ces pays se trouvent, c'est-à-dire en ne considérant les faits que dans leurs rapports respectifs de nationalité et d'application.

Jusqu'ici les chemins de fer n'ont encore été mis en pratique sur une grande échelle qu'en Angleterre, en Belgique et aux Etats-Unis. Quelques raisons communes ont déterminé les populations de ces pays à se pourvoir de chemins de fer. Cependant parmi ces diverses causes il y en a plusieurs de dissemblables et même d'opposées qui ont fait rejeter dans tel pays le système qui avait prévalu dans tel autre. Ces causes sont déterminées en partie dans le parallèle suivant, extrait de l'un des meilleurs ouvrages de M. Michel Chevalier.

« En Angleterre et aux Etats-Unis, le temps, c'est-à-dire ce que les chemins de fer excellent à économiser, a plus de valeur que partout ailleurs. Chez d'autres nations, par tempérament ou par goût, on aime à tuer le temps; au contraire la race anglaise dans les deux mondes est vivement et toujours préoccupée des meilleurs moyens de le mettre à profit; elle a constamment présente à l'esprit cette idée de Francklin que *le temps est l'étoffe dont la vie est faite.*

» En Angleterre et aux Etats-Unis, chacun va et se déplace. Voyager n'y est pas, comme en France il y a cinquante ans, ou comme en Espagne aujourd'hui encore, un événement, un fait

grave qui marque dans l'existence; c'est une pratique ordinaire de la vie courante; c'est un besoin, une nécessité, une sorte de fonction physiologique essentielle à l'organisme humain, comme le manger, le boire et le dormir.

» Mais en Angleterre, les canaux étant achevés et les routes ordinaires parfaites, les chemins de fer n'ont pu se présenter que comme des communications de luxe, les seules qui restassent à exécuter avec les immenses ressources dont le pays dispose. On les a presque considérés comme de somptueux jouets qu'un peuple riche, entassé dans une île étroite, pouvait se donner d'une extrémité à l'autre de son petit domaine, quelle que pût en être d'ailleurs la dépense relative. — Aux Etats-Unis, le sol étant entièrement dépourvu de routes et de canaux, les chemins de fer, au lieu d'apparaître comme le dernier terme des moyens de transport, n'ont été admis que parce que l'on a pensé qu'il y aurait avantage à commencer par eux et qu'ils seraient mieux appropriés que des canaux ou des routes aux vastes dimensions de ce pays. Au lieu d'être accueillis en Amérique comme un objet de luxe, ils l'ont été comme l'instrument de défrichement le plus propre à accélérer la conquête par l'homme des immenses régions du nouveau continent et comme une puissante garantie du maintien de la confédération entre les divers Etats. — C'est à ce double titre d'utilité matérielle et politique que les chemins de fer ont excité sur l'autre rive de l'Atlantique de véritables transports » (*Des intérêts matériels en France*).

Quant à la Belgique, sortie victorieuse d'une révolution qui, en créant sa nationalité, avait détruit son commerce rendu florissant par la paix, elle avait à remplacer les vastes débouchés que sa rupture avec la Hollande lui avait enlevés. Déjà en possession d'un bon système de routes et de canaux, elle avait à se créer des communications plus rapides ou plus économiques. Sa première pensée se porta sur la jonction de l'Océan au Rhin, que rendaient nécessaire ses rapports de jour en jour plus actifs avec l'Allemagne; puis, cette jonction terminée, il y avait encore à en diriger les rayons vers les extrémités du pays de manière à faire profiter les contribuables des bénéfices d'une œuvre à la création de laquelle tous avaient contribué.

Relativement au mode de construction, la Belgique ne pouvait adopter ceux qui avaient jusque-là prévalu en Angleterre et

aux Etats-Unis : son intérêt bien entendu lui faisait une loi de se tenir à distance du fastueux système adopté dans le premier de ces deux pays, tandis que sa richesse et l'ampleur de ses moyens financiers lui permettaient de se donner des railways plus parfaits et mieux appropriés à une circulation active et rapide que ceux que l'on avait établis dans le second. De là le système belge, c'est-à-dire le mode de construction anglais ramené à sa plus grande simplicité.

Application à la France. La France doit-elle ébaucher comme les Américains, édifier comme les Anglais, ou construire comme les Belges? Telle est l'importante question qui nous reste à examiner sous ses différents points de vue.

Un Etat qui exécute de grands travaux publics n'est pas sans analogie avec une société anonyme qui élève des constructions nécessaires au développement de son industrie. Si une semblable société est bien dirigée, elle évitera les frais inutiles, les dépenses de luxe; à moins de jouir d'une prospérité extraordinaire, elle se gardera d'enfouir de grosses sommes dans de somptueux édifices : elle réglera prudemment sa dépense sur les bénéfices qu'elle attend de ses nouvelles constructions.

Ces mêmes principes qui dirigent les entreprises des particuliers doivent aussi régler celles des Etats. Quand un gouvernement se charge de construire des chemins de fer, il doit, avant tout, calculer leur produit éventuel et faire ses devis en conséquence : si le pays est riche, on peut lui donner la satisfaction d'un peu de luxe, on peut imiter l'Angleterre; s'il est pauvre ou si sa fortune a gardé encore des proportions bourgeoises, il faut se montrer économe, car les revenus des railways dépendent toujours de l'état de la richesse publique ; ils sont généralement élevés dans les pays riches et modiques dans les pays pauvres. Or la fortune de la France, comme celle de la Belgique, est essentiellement bourgeoise. Dans la question qui nous occupe, elle doit donc imiter ces deux pays de préférence à l'Angleterre, elle doit se garder d'élever imprudemment *le prix de revient des transports* sur ses chemins de fer.

Quelques comparaisons feront mieux sentir la nécessité pour la France d'agir en cette circonstance avec une sévère économie et de ne point céder à un frivole penchant pour des constructions de luxe.

Sur les routes macadamisées de l'Angleterre le transport des voyageurs en diligence s'opère à la vitesse de 3 trois quarts à 4 lieues à l'heure et moyennant un prix qui est, par distance de 4,000 mètres:

Dans les premières places, de. .	fr. 1,06	à fr. 1,30
Dans les secondes.	0,64	0,82

Sur les routes pavées de la Belgique la vitesse ordinaire n'est que de 2 trois quarts à 3 lieues à l'heure, et le prix des places est :

Dans les premières, de.	fr. 0,50	à fr. 0,60
Dans les secondes.	0,32	0,40

En France les prix des places des diligences sont à peu près les mêmes qu'en Belgique, mais la vitesse est un peu moindre.

Pour les marchandises transportées par le roulage, le prix moyen est de :

Fr. 2,24	fr. 2,80	en Angleterre.
1,00	1,25	en Belgique.
0,80	1,00	en France.

Mais le roulage anglais garde encore ici l'avantage de la vitesse.

En comparant ces chiffres, on trouve que le prix des transports par terre est, en moyenne, deux fois et demie plus élevé en Angleterre qu'en France et en Belgique.

Des différences plus considérables encore se remarquent dans les prix de transport des canaux. En prenant une moyenne sur les principaux d'entre eux, on trouve pour le transport d'une tonne portée à 4,000 mètres, péages compris :

En Angleterre.. .	fr. 0,55	à fr. 0,90
En France.. . . .	0,30	0,50
En Belgique. . . .	0,10	0,20

Ainsi les prix anglais sont, pour les voies de communication,

hors de toute proportion avec les prix payés en France et en Belgique ; et cependant nulle part la circulation des hommes et des choses n'est plus active qu'en Angleterre.

L'Angleterre, pays de grande industrie, se trouve donc ici dans une situation tout exceptionnelle ; elle peut payer des prix de transport très-élevés, parce que le chiffre des fortunes y est généralement fort supérieur à celui des différents pays du continent. Ce qui est cher en France semble bon marché en Angleterre. Ainsi les prix de nos malles-postes se rapprochent beaucoup de ceux des diligences anglaises, et l'on remarque qu'elles font beaucoup de courses à vide. Les entreprises de diligences étaient au contraire très-florissantes en Angleterre avant l'établissement des railways. — Le bon marché du transport est en France une condition essentielle ; or, pour atteindre au bon marché, il faut, dans toute industrie et surtout dans celle des chemins de fer, économiser sur le pied de revient et éviter par conséquent de dépenser de trop grosses sommes d'argent en frais de construction, de bâtisses, etc. Dans les entreprises de railways l'intérêt du capital d'établissement dépasse presque toujours les frais de la locomotion proprement dite ; dans l'intérêt de la masse des voyageurs, on doit donc éviter de l'accroître inutilement ; sur ce point, comme sur beaucoup d'autres, il est bon de satisfaire les besoins réels des masses laborieuses avant les goûts futiles de la classe riche.

En résumé on doit donc se demander jusqu'à quel point la France, qui possède un territoire beaucoup plus vaste que l'Angleterre, qui dispose de beaucoup moins de capitaux, qui aura à transporter une population beaucoup moins riche et conséquemment hors d'état de payer les places aux prix qu'il est nécessaire d'établir lorsque la mise de fonds a été extrêmement forte, on se demande, disons-nous, s'il convient que la France continue à prodiguer inutilement des sommes considérables, parce que certains ingénieurs ont décidé qu'il fallait se tenir scrupuleusement dans la ligne des errements anglais (1), et

(1) Le chemin de fer de Liverpool à Manchester, dont la longueur, y compris le nouveau tunnel qui pénètre au centre même de Liverpool, n'est que de 51 kilomètres et demi (moins de 13 lieues), n'a pas coûté moins de 35,243,522 francs, c'est-à-dire 684,340 francs le kilomètre. — Ce chiffre a été dépassé depuis dans la construction des chemins de

s'il ne conviendrait pas au contraire d'imiter le système belge, et même « de pencher un peu vers le genre de construction des Américains, système qui offre l'inappréciable avantage de coûter de quatre à six fois moins que le système anglais et qui, comme l'atteste l'arbitre suprême de ce monde, l'expérience, n'entraîne pas d'accidents et n'a d'autre défaut que de diminuer un peu la vitesse et d'accroître dans une proportion peu considérable les frais d'exploitation (1). »

Les dépenses considérables auxquelles on se livre dans l'exécution des chemins de fer, et dont nos économistes se plaignent avec raison, tiennent à certaines règles que l'administration des ponts et chaussées regarde comme un devoir de ne jamais dépasser. Parmi elles il en est trois principales qui, par les limites qui leur ont été assignées, augmentent du simple au double les frais de premier établissement. Ces règles sont :

1° *Un maximum de pentes* qui n'est que *le dixième*, quelquefois même *le vingtième du maximum fixé pour les routes ordinaires*. De là la nécessité de combler les vallées et de trancher les montagnes.

2° *Un maximum très-élevé* pour le rayon de *courbure à employer dans les tournants*. De là l'obligation de ne tenir aucun compte des difficultés naturelles du sol et encore une fois de combler les vallées et de percer les montagnes, au lieu de se conformer jusqu'à un certain point, et pour autant que pourront le comporter la vitesse et la régularité du service, aux inégalités et aux contours du terrain.

3° *L'établissement d'une double voie tout le long du chemin* de manière à en avoir une exclusivement réservée aux transports qui vont dans un sens et une seconde pour les convois qui vont en sens contraire.

Certes, ainsi que le fait observer avec raison M. Michel Chevalier, un chemin de fer où il aurait été possible d'observer les règles rigoureuses que nos ingénieurs se sont tracées, un tel chemin de fer vaudrait mieux qu'un autre où on les aurait

Londres à Birmingham et de Manchester à Bolton, dont la dépense par kilomètre s'est élevée pour le premier à 780,000 francs, et pour le second à 945,000 francs (780,000 francs par kilomètre).

(1) M. Michel Chevalier, *Intérêts matériels de la France.*

enfreintes. Mais deux chemins de 100 lieues chacun, par exemple, lors même qu'ils présenteraient sous le rapport des pentes ou des courbures quelques imperfections, et sous celui de la continuité des deux voies, quelques lacunes, ne valent-ils pas mieux, ne peuvent-ils pas satisfaire à des besoins plus nombreux, qu'un seul chemin de fer de 100 lieues seulement où sur ces trois points on se serait religieusement incliné devant les arrêts de la théorie abstraite. « Respectons profondément les sciences mathématiques, ajoute cet écrivain ; consultons-les, c'est une excellente pierre de touche ; mais les mathématiques ne peuvent prétendre ni à gouverner, ni même à administrer seules l'Etat ; et l'expérience vaut tous les A + B du monde. Si donc l'expérience démontre que la sécurité publique n'a rien à redouter de pentes de 5 millimètres, et que, pour de courts intervalles, on peut sans danger en admettre qui soient de 7 *millimètres* et plus (1) ; si elle déclare que l'on peut très-aisément guider les locomotives sur des courbes dont le rayon n'est que la moitié, le quart ou même le ***dixième du minimum*** (2) recommandé par le conseil général des ponts et chaussées, il est certain que l'on peut, sans manquer aux égards dus au savoir de nos ingénieurs, en appeler de leur décision » (M. Chevalier, ***Des intérêts matériels en France***).

C'est donc en abandonnant les données purement hypothétiques qui ont prévalu jusqu'ici, en interrogeant la pratique plutôt que la théorie, que nous aurons à déterminer s'il ne conviendrait pas d'adopter, pour la construction du vaste réseau voté par les chambres législatives en juin 1842, un

(1) Aux Etats-Unis on rencontre fréquemment sur des chemins de fer desservis par des machines locomotives des pentes de *huit à dix millièmes*. Il y existe même des pentes doubles où le service se fait également avec des machines locomotives. En Angleterre, sur le chemin de Birmingham à Glocester, il existe dans le même cas une pente de *vingt-sept millièmes*.

(2) Sur les chemins de fer américains on admet généralement des courbes de moins de 300 mètres de rayon, et même de 180 et 120 mètres. Cependant la traversée de ces courbes ne donne lieu à aucun accident. L'action de la force centrifuge qui tend à agir sur le rail extérieur a été contre-balancée par une surélévation convenable de ce rail.

système de construction autre que le système actuel, lequel a le défaut de renfermer l'exécution des chemins de fer dans un cercle commun de conditions d'art rigoureuses qui en font des travaux de luxe excessivement coûteux, d'examiner en un mot :

1° *Si nous devons absolument et toujours imposer aux pentes un maximum de 3 ou 3 millimètres et demi par mètre tout au plus.*

2° *Si nous devons nous interdire l'établissement de rayons de courbure de moins de 1,000 mètres.*

3° *Si partout et toujours les grandes lignes ont besoin d'avoir deux voies* et s'il ne vaudrait pas mieux de les réduire provisoirement à une seule, en construisant cependant les travaux d'art et particulièrement les ponts pour deux voies et en établissant de distance en distance des places de croisement où les deux voies subsisteraient.

Un chapitre spécial sera consacré à l'examen détaillé et approfondi de ces importantes questions.

Mais la question d'art ne constitue qu'une des faces du problème dans lequel se résume la science du tracé des chemins de fer : *trouver la ligne la mieux appropriée aux intérêts qu'elle est appelée à desservir.* Car il est évident qu'en elle-même la construction du chemin n'est assujettie à plus ou moins de perfection que d'après le nombre, l'importance et la nature des transports que pourront fournir les contrées à desservir, et aussi d'après la réciprocité d'influence qui peut exister entre la prospérité du chemin et la richesse publique.

Lorsqu'il s'agit d'établir une ligne de chemin de fer, il est rare qu'il n'existe pas plusieurs directions possibles entre les deux points donnés. Chacune d'entre ces directions possède assez généralement des avantages spéciaux tendant à lui faire obtenir la possession du railway. Généralement aussi les populations établies sur le littoral de ces directions engagent entre elles de vives discussions dans lesquelles elles font valoir leurs titres à la jouissance du bienfait de l'établissement des voies nouvelles. Les chemins de fer donnant lieu à des dépenses considérables et le pays n'ayant qu'un capital limité à affecter à leur création, il est impossible de contenter toutes les exigences : les plus légitimes et les mieux fondées peuvent seules

être satisfaites. Les corps législatifs chargés de déterminer les tracés doivent donc n'apprécier qu'au point de vue de l'intérêt du plus grand nombre la question qui leur est soumise. Cette appréciation constitue l'objet essentiel du tracé général.

Le meilleur choix à faire entre les directions rivales dépend, comme celui des différents systèmes d'établissement de travaux, de la connaissance des éléments d'activité que renferme la contrée à desservir et du revenu probable de l'entreprise, c'est-à-dire que le ***but à atteindre est celui d'éviter le plus d'obstacles en satisfaisant le plus grand nombre d'intérêts.***

Nous aurons à développer dans le cours de notre premier chapitre les divers éléments sur lesquels se fondent les calculs destinés à atteindre ce but.

CHAPITRE PREMIER.

DÉTERMINATION DES DIFFÉRENTS TRACÉS.

Du tracé au point de vue de l'intérêt privé. — Du tracé au point de vue de l'intérêt général. — Conclusion.

La question économique peut être considérée sous deux points de vue très-divers : dans l'*intérêt privé*, lorsque le chemin ayant été entrepris, soit par une compagnie, soit par des particuliers, dans le but de procurer à leurs capitaux un placement avantageux, il s'agit de déterminer éventuellement les résultats financiers de l'entreprise; dans l'*intérêt général*, c'est-à-dire sous le rapport des avantages matériels ou moraux qui peuvent en résulter pour le pays.

§ 1.

DU TRACÉ AU POINT DE VUE DE L'INTÉRÊT PRIVÉ.

Lorsqu'une compagnie ou des particuliers entreprennent à leurs frais et risques l'exécution d'un chemin de fer, il va sans dire qu'ils laissent de côté toute considération purement morale ou politique et ne cherchent qu'à opérer aux meilleures conditions possibles le placement de leurs capitaux. Une telle entreprise devant être l'objet d'un examen réfléchi, d'un calcul froid et positif, les concessionnaires ne sauraient trop se mettre en garde contre les espérances dans lesquelles le désir du gain pourrait les entraîner, car une grave responsabilité morale pèse sur eux en pareil cas. On sait en effet par l'expérience qui en a été faite que les résultats de l'erreur et de l'imprévoyance ne se restreignent pas toujours dans le fait d'une simple perte de capitaux; que souvent au contraire ils réagissent sur l'opinion, en arrêtent l'élan, et détournent quelquefois pour longtemps l'impulsion salutaire des masses, toujours aussi promptes à s'alarmer et à recevoir de puériles épouvantes qu'à accepter les espérances les plus chimériques et les plus incertaines. Les divers exemples de ce fait sont encore trop récents pour qu'il puisse être utile d'insister sur ce sujet. Il nous suffira de dire qu'en pareil cas le devoir d'un gouvernement est de n'accorder aux compagnies de concessions définitives qu'après s'être assuré

que le but proposé pourra être atteint au moyen des capitaux dont elles disposent, et que ces capitaux ne pourront se trouver absorbés sans qu'il en résulte quelque bien pour l'intérêt public.

La science n'offrant point de méthode qui puisse déterminer l'importance des éléments d'activité que peut renfermer la contrée que l'on se propose de desservir, on évalue généralement la prospérité future du chemin d'après le chiffre de la circulation antérieure. Mais cette méthode est plausible sans être bonne, car c'est en matière de chemins de fer surtout que toujours le présent donne une idée fausse de l'avenir. Ainsi, lorsque les fondateurs du chemin de Liverpool à Manchester cherchèrent à se rendre compte des profits éventuels de leur entreprise, ils n'attachèrent d'importance qu'au transport des marchandises ; le transport des voyageurs ne fut regardé que comme susceptible d'un produit minime et de peu d'importance. Aujourd'hui les marchandises rapportent à peine un tiers du revenu total ; les deux autres tiers sont produits par le transport des voyageurs, sur lequel on n'avait pas compté. — Mieux instruits, MM. Simons et de Ridder, dans le *rapport* qu'ils adressèrent *à la chambre des représentants de Belgique*, évaluèrent que la circulation des voyageurs entre Bruxelles et Anvers serait triplée par l'exécution d'un chemin de fer entre ces deux villes : elle fut DÉCUPLÉE au bout de quelques mois, tant il est vrai que la seule extension d'une grande industrie développe toujours un progrès social dont un simple calcul ne saurait donner la mesure.

Ainsi donc, en semblable occurrence, lorsqu'il s'agit de déterminer dans quelle proportion la dépense devra être limitée afin d'assurer au propriétaire du chemin les plus grands avantages possibles, on ne pourra que supputer, d'après les faits les plus concluants fournis par l'expérience, quelles seront la nature et la quantité des objets à transporter. Plus cette quantité sera considérable et susceptible de procurer de grands produits, et plus en général on devra apporter de perfection dans le tracé du chemin. Si le railway est destiné au transport simultané des voyageurs et des marchandises, l'ingénieur fait ordinairement entrer dans ses calculs la possibilité d'augmentation du nombre de voyageurs, et il établit le tracé de telle manière que le service s'exécute convenablement et avec rapidité. Mais si le transport

des voyageurs et des marchandises est déterminé par des conditions positives et invariables et s'il n'y a pas de probabilité que l'exécution plus ou moins bonne du service puisse amener dans le montant des recettes une différence notable, il arrive alors que la perfection est sacrifiée à l'économie, et que la dépense totale est restreinte de manière à obtenir encore le résultat final le plus avantageux. Toutefois il est rare que le gouvernement n'intervienne pas dans l'entreprise. Il est certains cas où l'établissement d'un chemin de fer peut apporter de grandes modifications à la condition sociale de tout un pays; il en est d'autres où ces nouveaux chemins doivent être reliés avec le système général des routes stratégiques de l'Etat. Le gouvernement intervient alors de plein droit; souvent même il prête aux compagnies le concours de ses ingénieurs, lesquels possèdent dans leur administration les moyens de faire d'une manière complète toutes les études nécessaires.

On sait que tous les railways d'Angleterre ont été entrepris par l'intérêt privé et sans le concours direct du gouvernement. Parmi les principaux chemins français qui entrent dans cette catégorie, on ne peut guère citer que ceux de Lyon à Saint-Etienne, de Paris à Rouen et à Orléans et de Strasbourg à Bâle, et encore le gouvernement a-t-il dû concourir pour des sommes assez fortes à leur établissement, à l'exception de celui de Saint-Etienne, entièrement construit par des particuliers sans aucune subvention.

§ 2.

DU TRACÉ AU POINT DE VUE DE L'INTÉRÊT GÉNÉRAL.

Les grandes lignes de chemins de fer ayant pour mission spéciale de concourir d'une manière efficace à l'accroissement de la richesse publique, il importe que leur exécution ait lieu sous l'empire de certaines considérations que l'on ne peut méconnaître sans danger.

Il faut d'abord considérer comme raison déterminante la nécessité de diriger ces lignes de telle sorte qu'elles conservent l'industrie et la population dans les lieux où elles se trouvent fixées. Il est dans tous les Etats certains points qui, par l'effet de circonstances naturelles ou politiques, sont devenus de grands centres de population et d'activité. Dès qu'un grand mouvement se trouve établi sur une partie quelconque du ter-

ritoire, dès qu'une ville est devenue le foyer rayonnant de relations actives, on doit nécessairement admettre qu'un tel état de choses n'est dû ni au hasard ni à des besoins factices, et qu'il résulte au contraire de causes premières et déterminantes qui font que la vie se concentre, que la population se multiplie en plus grande proportion là où existent un plus grand théâtre de transactions, un foyer de lumière plus intense, plus de facilités pour correspondre avec toutes les autres parties du territoire et tous les pays étrangers. Un chemin de fer qui ne répondrait pas à des besoins, à des habitudes qui veulent être respectés, qui délaisserait, par exemple, des populations laborieuses et riches au profit de populations moins favorisées, un tel chemin aurait pour résultat l'anéantissement complet de la partie du pays ainsi délaissée.

On a dit qu'en pareil cas les relations existantes ne seraient pas détruites, qu'elles ne seraient que déplacées. Il est presque certain en effet que ces relations suivront la puissance attractive du railway, quel que soit son parcours. Mais de quel droit changer des relations existantes, et pourquoi déshériter sans aucun profit des villes, des cantons, quelquefois même des provinces, de la position qu'elles ont prise pendant des siècles dans le mouvement commercial d'un pays. L'industrie des chemins de fer ferait payer bien cher ses services au pays si elle devait ainsi entraîner après elle de si énormes déperditions de capitaux et organiser cette succession de malheurs privés qui en seraient l'inévitable conséquence.

Dans l'origine de la création des chemins de fer on croyait généralement que les lignes les plus directes et les plus courtes étaient aussi les plus parfaites et les plus avantageuses. Pour les obtenir on ne reculait devant aucune difficulté, on ne s'arrêtait devant aucune dépense, et les obstacles les plus sérieux étaient surmontés par des travaux gigantesques et coûteux. Bientôt l'expérience vint démontrer les inconvénients de ce système : non-seulement les lignes ainsi construites coûtèrent des sommes considérables, mais encore, comme on n'avait cherché qu'à se diriger en ligne droite, sans tenir aucun compte des points intermédiaires les plus importants sous le rapport de la population, de l'industrie et du commerce, il en résulta que ces lignes ne procurèrent ni aux capitalistes qui les avaient construites, ni aux localités qu'elles traversaient, aucun des

avantages que l'on devait en attendre et qu'il eût été facile d'obtenir par une simple modification de tracé. On a sagement renoncé dès lors à un système dont les résultats étaient aussi stériles que dispendieux, et l'expérience, en démontrant que les voyageurs à grandes distances ne composent qu'une fraction très-restreinte du nombre total des voyageurs, a fait reconnaître l'importance des points intermédiaires sur l'exploitation d'un chemin de fer et prévaloir d'une manière absolue le système de parcours partiel (1).

Il résulte de ce fait que le tracé des grandes lignes doit être principalement calculé d'après les besoins et le mouvement de l'intérieur plutôt que d'après les exigences des voyageurs et du commerce étrangers. De là la nécessité d'établir les chemins de fer de telle manière qu'ils satisfassent aux exigences des

(1) L'excellent travail de M. Minard, inspecteur divisionnaire des ponts et chaussées, sur l'*importance du parcours partiel* sera consulté avec fruit par tous ceux qui voudront approfondir ce point important et qui joue un si grand rôle dans la question générale des chemins de fer. Ce travail a pour but de démontrer :

1° Que toutes les fois que le parcours total prévaut, il y a des motifs exceptionnels pour qu'il en soit ainsi, et notamment le défaut de populations intermédiaires, ce qui est un tort des tracés, ou ce qui indique que le chemin n'était encore que peu nécessaire ;

2° Que la prédominance du parcours partiel n'est pas un fait nouveau, propre seulement aux chemins de fer, mais qu'il existe depuis longtemps sur les routes ordinaires, sur les fleuves et les canaux, tant pour les messageries que pour les bateaux à vapeur ;

3° Enfin, et comme conséquence de ces faits, que les considérations relatives au transit international qui pourraient préoccuper certains esprits et influer sur la direction à donner aux principales lignes de chemins de fer, sont tout à fait secondaires, comparées à la circulation totale de l'intérieur.

L'utilité d'un chemin de fer se mesurant principalement d'après *le chiffre des distances parcourues et le nombre des voyageurs*, et la première de ces données n'étant ordinairement fournie par les compagnies que *d'après la distinction des recettes entre les trajets partiels et les trajets entiers*, c'est presque toujours en comparant ces deux chiffres que M. Minard établit le degré d'utilité des chemins de fer et décide des conditions du tracé.

Le tableau suivant, dressé d'après les faits rapportés par cet ingénieur,

relations *sociales*, *commerciales* et *intérieures* d'un pays. Les relations *sociales* exigent, comme nous l'avons vu, que les grandes lignes soient mises en communication avec les centres principaux ou intermédiaires des populations agglomérées, de manière à faire participer le plus grand nombre aux bienfaits des chemins de fer. Les relations *commerciales* demandent que les grandes lignes aboutissent aux principaux ports de mer. Les ports sont, en effet, le marché sur lequel s'échangent les denrées d'outre-mer et les produits indigènes; leur prospérité se lie intimement à l'étendue et à la perfection des voies de transport qui les font communiquer, dans l'intérieur des terres, avec les villes manufacturières et les grands centres de capitaux. New-York en Amérique, Londres et Liverpool en Angleterre, Marseille en France, doivent principalement leur immense

démontre que, à moins de faits exceptionnels, les parcours partiels forment la majeure partie des transports généraux.

DÉSIGNATION DES CHEMINS.	LONGUEUR en kilomètres.	RAPPORT des recettes du parcours partiel à la recette totale.	RAPPORT du nombre des voyageurs du parcours partiel à la totalité des voyageurs.
Paris à Saint-Germain......	19	0,16	0,26
— à Versailles (rive droite).	23	0,21	0,33
— — (rive gauche).	16	0,22	0,36
— à Corbeil.............	31	0,40	0.59
Lyon à Saint-Etienne.......	58	0,60	0,84
Strasbourg à Bâle..........	140	0,87	0,00
Chemins belges............	»	0,67	0,89
Londres à Birmingham.....	180	0,40	0,70
Birmingham à Manchester...	133	0,46	0,00
Londres à Southampton.....	123	0,45	0,79
North-Midland.............	»	0,39	0,84
Leipzig à Dresde...........	116	0,38	0,67
Vienne à Brunn............	150	0,48	0,86

On voit que généralement le parcours partiel prend une plus grande importance à mesure que les chemins s'étendent davantage, et qu'il diminue à mesure que le tarif s'élève et que le nombre de convois quotidiens est moindre.

prospérité aux voies de transport qui leur conservent avec les lieux de production et les centres de consommation, des relations faciles et économiques. Enfin les relations *intérieures* demandent que l'on touche autant que possible les grands centres de production de manière à assurer le marché national à tous les établissements d'industrie; que l'on mette, par exemple, comme en Angleterre, le magasin de coton à côté de la filature, le gîte du minéral combustible en présence du minerai de fer, de la castine et du haut fourneau (1); que l'on rapproche enfin les éléments de production des lieux de fabrication et de consommation, de manière à augmenter la richesse générale en diminuant les frais de transport, partant ceux de production. En résumé, les grands centres de populations agglomérées, les ports de mer, les cités manufacturières, les usines de fer, les grands gîtes minéraux, toutes les contrées enfin où l'industrie et le commerce se trouvent définitivement fixés, doivent communiquer de l'une à l'autre par des voies de fer économiques et régulières; elles doivent être desservies tout d'abord, et, au nom de leurs droits acquis, avant ces autres contrées qui, peu industrieuses et mal peuplées, sont traitées moins favorablement sous le rapport du commerce et de la production.

Nous avons vu, en effet (*Introd.*), que si les voies de communication activent le mouvement de circulation des hommes et des choses elles ne le créent pas. Instruments de circulation, les chemins de fer développent la richesse là où ils la trouvent, ils en fécondent les germes lorsque ces germes sont déjà existants, ils viennent en aide aux circonstances qui ont déjà permis le développement de l'activité de l'industrie humaine, mais ils ne créent pas la richesse. Il y aurait péril à le méconnaître. C'est dans les contrées où le commerce et l'industrie sont depuis longtemps développés que doivent être établies en premier lieu les communications à la vapeur; celles moins favorisées sous ce rapport ne doivent être desservies

(1) Le rapprochement des gîtes de combustible minéral et des usines de fer est surtout commandé par la nécessité de satisfaire aux développements que l'extraction de la houille et la fabrication du fer exercent sur la production en général, ainsi qu'à l'extension rapide que la navigation à vapeur et les chemins de fer ont prise depuis peu d'années.

qu'en second lieu et à mesure que l'accroissement de leurs besoins aura rendu insuffisants les moyens ordinaires de transport.

C'est en exécutant d'abord les grandes lignes que l'on nécessite la création des lignes intermédiaires. C'est ainsi que l'ouverture des routes royales a déterminé celle des routes départementales, et que l'exécution des routes départementales a fait sentir ensuite la nécessité des chemins vicinaux, qui viennent aujourd'hui compléter le système de communication des voies de terre. Il est évident que l'on doit procéder d'une manière analogue pour les chemins de fer, si l'on veut qu'ils puissent utilement atteindre, par la succession des années et à mesure des progrès de l'art et des besoins du pays, tout le développement qu'ils sont appelés à recevoir.

Il est certains cas où l'établissement d'une ligne de fer ne doit être l'objet d'aucune hésitation, c'est lorsque cette ligne, ayant à parcourir des lieux où il n'existe aucun autre moyen de communication, pourrait fournir des débouchés à des produits riches ou abondants, ou lorsqu'elle aurait à traverser, comme en Amérique, des terrains qui n'ont aucune valeur, et que les matériaux employés à sa construction ne coûteraient absolument que la main-d'œuvre. En pareil cas, les frais de construction seront amplement compensés par les avantages que le chemin pourra procurer aux contrées qu'il traverse.

Il n'en est pas des chemins de fer comme des moyens vulgaires de locomotion. Si les appareils à vapeur ont, comme toutes les machines, les avantages qui résultent généralement de la substitution des moteurs inanimés aux moteurs animés, ils en présentent aussi tous les inconvénients, et entre autres celui d'entraîner dans des dépenses considérables d'établissement.

L'*économie la plus absolue* doit aussi être placée au nombre des considérations qui doivent influer sur le tracé des grandes lignes de chemins de fer, soit que l'Etat applique à leur ouverture les ressources dont il peut disposer, soit que leur exécution ait été confiée à des compagnies appelant à elles les capitaux isolés. Il est bien évident en effet que les ressources d'un Etat, comme celles des compagnies, sont loin d'être inépuisables ; d'un côté, l'Etat doit veiller au bon emploi des deniers dont la confiance des contribuables lui accorde le dépôt ; de l'autre, il doit s'opposer au danger de voir les capitaux des compagnies s'absorber inconsidérément dans de telles entreprises, et sa

sollicitude à cet égard doit être égale à celle qu'apporterait un simple particulier à l'administration de sa fortune privée. Son devoir étant de répartir sur tous les points du royaume le bienfait des communications rapides, il importe au bien public que la plus grande économie soit observée, si l'on veut pouvoir suffire à la création des autres lignes. D'un autre côté, puisque la législature en France et dans plusieurs autres pays a décidé du mode d'exécution en y associant pour une large part l'intérêt privé, il serait nécessaire d'inspirer aux capitaux un degré de confiance qui pût provoquer leur concours et les attirer, à des conditions équitables, vers les entreprises des chemins de fer. Ainsi il y a nécessité, lorsque plusieurs tracés se présentent, de rechercher celui qui convient le mieux à cette condition d'économie, tout en suivant la direction commandée par le degré d'importance des contrées traversées.

Le meilleur tracé ne sera donc pas celui à vol d'oiseau, et reliant deux points extrêmes par la ligne géométrique la plus courte, mais bien celui qui, tout en se rapprochant des grands centres de production et de consommation, desservira aussi les centres intermédiaires de population, d'industrie et de commerce. *Le meilleur tracé*, en un mot, *sera celui qui réunira le plus d'éléments de succès*, c'est-à-dire qui offrira les chances les plus avantageuses de circulation et de transport, tout en présentant le plus d'économie dans la construction. Ces deux conditions s'enchaînent et réagissent l'une sur l'autre de la manière la plus intime, en ce sens que l'économie dans les frais de construction permettra d'établir les tarifs de circulation à des prix modérés, et que l'abaissement des tarifs aura pour premier résultat l'accroissement rapide du chiffre des voyageurs et des produits.

Ainsi donc on peut poser en principe, relativement à la détermination du tracé d'une grande ligne de chemin de fer : 1° qu'il faut suivre autant que possible les courants d'activité déjà établis; 2° s'approcher le plus possible des principales villes sans s'assujettir à l'obligation de relier en ligne droite les deux points extrêmes; 3° s'attacher à apporter l'économie la plus absolue dans l'exécution des travaux de premier établissement. Pour arriver à ce dernier résultat, il est indispensable de connaître, 1° le plan et le devis de chaque ligne : c'est la question d'art, celle dont nous nous occuperons le plus

immédiatement ; 2° le coût de la construction et de l'entretien du chemin, ses dépenses et ses recettes, et les exigences des relations sociales, commerciales et industrielles qu'il est appelé à satisfaire : c'est la question économique, à l'examen de laquelle nous consacrerons la troisième partie de ce travail.

CHAPITRE II.

DES PENTES (1).

Influence des pentes sur les frais de construction. — Sur la charge des convois. — Sur la vitesse du parcours. — Sur la consommation du combustible. — Sur la sécurité publique.

Lorsque la surface du sol sur lequel doit s'opérer le tracé d'un chemin de fer permet d'établir le chemin de niveau ou avec des pentes douces, évidemment ce genre de tracé doit toujours être adopté parce qu'il est le meilleur et le plus économique de tous. Mais si le chemin doit traverser un pays dont le terrain sinueux et accidenté ne permettrait d'établir des pentes douces qu'à l'aide de grands travaux d'art et de terrassement, à quel système faudra-t-il s'arrêter? — Faudra-t-il percer les montagnes et combler les vallées, afin de préparer à la voie un lit à faibles pentes? ou faudra-t-il prendre la nature telle qu'elle est, et se conformer à la disposition et aux exigences du sol?

Pour répondre d'une manière précise à une question qui intéresse à un si haut point la science de construction des chemins de fer, il est nécessaire de considérer, 1° le degré d'économie de construction que pourrait produire l'extension des limites assignées à la construction des chemins, relativement au degré d'inclinaison des pentes ; 2° l'influence que cette extension pourrait exercer sur l'exploitation générale du chemin, et de se demander ensuite : L'ÉCONOMIE APPORTÉE DANS LES DÉPENSES ANNUELLES D'EXPLOITATION DES GRANDES LIGNES DE CHEMINS DE FER PAR LA PERFECTION DES

(1) On entend par *pente* d'une surface quelconque son inclinaison par rapport à un plan horizontal, cette inclinaison étant prise dans le sens de la descente. Le mot *rampe* sert à désigner cette inclinaison lorsqu'on la considère dans le sens de la marche ascendante des convois.

TRACÉS EST-ELLE PROPORTIONNÉE A LA DÉPENSE PREMIÈRE AU PRIX DE LAQUELLE CETTE PERFECTION S'OBTIENT?

Nous aurons donc à examiner l'influence exercée par les pentes, 1° sur les frais de construction, 2° sur la charge des convois, 3° sur la vitesse du parcours, 4° sur la consommation du combustible, et enfin 5° sur la sécurité publique.

§ 1.

INFLUENCE DES PENTES SUR LES FRAIS DE CONSTRUCTION.

Personne n'ignore qu'entre la route de 1re classe, qui, avec une largeur de 12 mètres, coûte ordinairement de 22 à 25,000 francs le kilom., et un chemin de fer, lequel, avec une largeur d'un quart moins grande, coûte ordinairement 8 à 10 fois davantage, il n'est de différence que dans la limite attribuée à l'inclinaison des pentes et au rayon des courbes. Une sorte de proportionnalité pourrait même être établie entre le prix d'exécution d'une route et le degré de perfection assigné au profil d'un chemin de fer, en ce sens que la structure inférieure d'un chemin de fer, avec les pentes de 4 millim. par mètre et des courbes à grand rayon de 800 à 1,000 m., coûtera *huit fois autant* qu'une route construite d'après les règlements en vigueur aujourd'hui, c'est-à-dire avec une inclinaison de 32 millim., 8 fois supérieure à 4 millim. L'extension du maximum des pentes diminuerait donc considérablement les frais de premier établissement d'un chemin de fer.

Il suffit en effet de jeter les yeux sur le tableau des dépenses des chemins de fer construits en Angleterre, d'après le système de la perfection rigoureuse des tracés, pour se convaincre que des lignes parallèles les unes aux autres, menées au travers des mêmes bassins, placées dans des conditions d'exécution presque identiques, peuvent occasionner pour leur construction des dépenses qui varieront du simple au double et qui même s'étendront au delà. C'est ainsi, par exemple, que les frais d'établissement du chemin de fer de Birmingham à Manchester et à Liverpool (*grand junction*) ne se sont élevés qu'à 416,000 francs par kilom. (1,664,000 fr. par lieue), tandis que le railway direct de Birmingham à Manchester, lequel part du *grand junction* pour aboutir aussi à Manchester, a coûté

1,150,000 fr. par kilom., c'est-à-dire 4,600,000 fr. par lieue. De tels exemples sont nombreux. Le chemin de Londres à Birmingham coûte 820,000 fr. par kilom., tandis que celui de Birmingham à Glocester, parallèle au prémier, mais qui a son point culminant plus élevé de 50 mètres, a été terminé avec 414,700 fr. par kilom. Le chemin de fer de Newcastle à Carlisle, qui a son point culminant sur les monts Cheviots à une hauteur de 130 mètres au-dessus de son point de départ, ne coûte que 242,000 fr. par kilom., tandis que le chemin d'Edimbourg à Glascow, transversal comme lui, mais établi avec des pentes infiniment moindres, a occasionné une dépense de 554,000 fr. par kilom. — Les trois chemins de Liverpool à Manchester, de Manchester à Preston par Bolton et de North-Union (Manchester, à Preston par Wigan), placés les uns près des autres, peu différents de longueur, partant des mêmes points, mais dont les systèmes de construction sont différents, ont coûté :

North-Union.	396,000 francs le kilomètre.
Liverpool à Manchester. . .	707,000 id.
Manchester-Bolton-Preston.	940,000 id.

Enfin nous citerons pour dernier exemple de l'influence exercée par le mode de construction sur les frais d'établissement les deux chemins de Newcastle à Sheffield établis parallèlement sur chacune des deux rives du fleuve du Tyne, et dont la construction de l'un s'est élevée à 520,000 fr. le kilom. et celle de l'autre seulement à 270,000 fr.

Si l'on veut remonter aux causes de ces différences, il suffit de comparer les profils de ces différents chemins, et l'on s'aperçoit alors qu'ils appartiennent à deux systèmes de construction bien distincts. Les premiers, ceux qui ont coûté le plus cher, rentrent dans la classe des railways sur lesquels aucune dépense n'a été épargnée pour obtenir des pentes douces; les seconds ont été construits en suivant jusqu'à un certain point les mouvements naturels du sol et en admettant, par raison d'économie, des courbes à court rayon et des rampes plus ou moins fortes.

Cet accroissement de dépenses, résultant de la perfection du tracé, n'est point un fait nouveau, passé inaperçu jusqu'ici.

Chacun le connaissait au contraire; mais on était convaincu qu'il était inévitable, et qu'il était de toute impossibilité qu'une locomotive pût fonctionner sur un chemin qui ne présenterait pas un niveau rigoureux. On avait aussi trouvé le moyen de démontrer que l'introduction des pentes plus fortes aurait pour effet d'accélérer la détérioration des rails. — Il est vrai que cette opinion reposait sur des calculs mathématiquement irréprochables; mais, comme le dit avec raison M. Michel Chevalier, l'expérience, cet arbitre suprême des choses d'ici-bas, vaut tous les $a + b$ du monde, et les mathématiques seules ne peuvent prétendre ni à gouverner ni même à administrer l'Etat.

L'opinion qui regardait comme une nécessité absolue l'établissement des chemins de fer de niveau reçut une nouvelle force par suite du succès remporté au grand concours de Liverpool par la locomotive *le Rocket*, de M. Stephenson. La puissance de cette machine et de la plupart de celles qui l'ont immédiatement suivie était si limitée, qu'il lui était impossible de franchir les pentes même les plus faibles : sa vitesse étant très-considérable, et son mécanisme fonctionnant avec assez de régularité, on ne manqua pas de déclarer que le dernier point de perfection était atteint quant à la construction des machines locomotives. On en conclut que, si on voulait circuler à grande vitesse, il n'y avait d'exploitation possible qu'en préparant aux machines un lit parfaitement de niveau. — On vit alors deux ingénieurs célèbres, MM. Stephenson et Brunel, luttant pour ainsi dire de perfection dans l'établissement des railways de Londres à Birmingham et à Bristol, et imposant aux compagnies qui avaient entrepris ces chemins des dépenses de 820,000 fr. par kilom. (3,280,000 fr. par lieue), afin de se rapprocher du niveau et ne pas laisser subsister des pentes supérieures à 3 millimètres. Plusieurs autres railways furent construits dans les mêmes principes, et absorbèrent de même des sommes plus considérables.

Cet état de choses se continua jusqu'en 1839, époque où furent livrées à la circulation la plupart des lignes si luxueusement construites. L'expérience commençait à peine, que l'on reconnut avoir payé excessivement cher la réalisation d'un fort mince résultat. On avait en effet entrevu la possibilité d'augmenter l'inclinaison des pentes, sans augmenter sensiblement

les frais d'exploitation. Dès lors l'expérience parut décisive et assez concluante pour déterminer les ingénieurs de plusieurs chemins, alors en construction et étudiés d'après l'ancien système, à modifier le tracé par de plus larges conditions de pentes (1).

Eclairés par l'expérience, les ingénieurs anglais n'ont pas craint de revenir sur leur décision première et de reconnaître que, dans de certaines conditions, *l'abaissement du maximum des pentes ne pouvait exercer aucune influence fâcheuse sur l'exploitation des chemins de fer* (2). Cette décision est

(1) C'est ainsi que le chemin de Newcastle à Darlington, projeté d'abord avec des pentes minimum de 2 à 3 millimètres, a été exécuté avec des pentes de 8.

Celui de Dublin à Kilkenny, conçu avec pentes de 3, a été exécuté à pentes de 6 et demi.

Les plans primitifs de la compagnie du railway de Lancaster à Carlisle limitaient les pentes à 3 millimètres. Elles ont été portées à 6 et demi. On s'est même décidé à introduire une inclinaison de 10 millimètres sur une étendue de plusieurs lieues.

Le railway d'Eastern-Counties vient d'être achevé avec une pente de 10 millimètres sur une longueur de 6 kilomètres.

Celui de Manchester à Sheffield a été exécuté avec des pentes longues et nombreuses de 10 et 10 millimètres un quart.

L'embranchement du chemin de Glocester sur Worcester, projeté il y a trois ans avec pente de 5 millimètres, s'exécute aujourd'hui avec des pentes de 12.

Dans le projet récemment approuvé par le gouvernement anglais de la grande ligne destinée à relier les deux capitales d'Angleterre et d'Ecosse, on rencontre des rampes nombreuses de 9 millimètres et demi, et une rampe de 12 millimètres et demi sur 15 kilomètres d'étendue.

(2) Interpellé à émettre son avis sur le système de construction qui devait prévaloir pour le chemin de fer du Nord (de Paris à Bruxelles), M. Stephenson se prononce ainsi :

« Quoique j'apprécie, dit-il, les avantages ultérieurs qu'il est possible d'attendre de l'emploi des pentes faciles, je ne puis m'empêcher de croire (et à cet égard ma conviction est profonde) que l'application aux profils du chemin de fer du Nord des principes qui m'ont guidé dans la rédaction du tracé du railway de Londres à Birmingham (où le maximum d'inclinaison des pentes est limité à 3 millimètres par mètre) aurait pour résultat infaillible des conséquences regrettables pour le gouvernement

assez importante pour que l'on cherche à examiner en détail les divers points sur lesquels elle se fonde. Ce sera l'objet des paragraphes suivants.

§ 2.

INFLUENCE DES PENTES SUR LA CHARGE DES CONVOIS.

Nous avons vu ailleurs que, sur un chemin de fer, la résistance à la traction résultant du frottement des essieux des voitures sur leurs coussinets et des roues sur les rails est d'environ 2,4 millièmes du poids à transporter, c'est-à-dire que, pour faire avancer une voiture sur un chemin de fer parfaitement de niveau, il faudra une force de 2,4 millièmes de son poids, soit 2 kilogrammes 4 dixièmes par tonne, non compris la résistance de l'air, qui influe d'une manière sensible sur l'accroissement de la charge. En outre il reste à vaincre, pour franchir les rampes, l'action de la gravité : il faut donc une force qui ait un poids pour expression ou pour mesure l'inclinaison de cette rampe, c'est-à-dire que pour franchir une rampe de 1 centimètre, par exemple, il faut une force représentée par le centième du poids total du convoi, soit 10 kilogrammes par tonne. Ainsi donc, pour élever un convoi le long d'une rampe de 2,4 millièmes, il faut une force DOUBLE de celle qui le ferait avancer sur un chemin de niveau; il faut une force TRIPLE pour l'élever sur une rampe de 4,8 millièmes, et ainsi de suite. — Tel est l'effet des rampes. On voit que la charge maximum qu'une locomotive pourra traîner sur niveau, à une distance déterminée, pour cette même vitesse, sera réduite à moitié sur une rampe de 2,4 millièmes, au tiers sur une rampe de 4,8 millièmes, le tout abstraction faite de la résistance de l'air.

et les particuliers qui y sont intéressés » (*Rapport sur les études du chemin de fer du Nord*, p. 8). — M. Charles Vignoles, professeur à l'université de Londres, appelé à émettre son avis sur le même sujet, est encore plus explicite, et déclare « qu'il sera toujours plus avantageux de surmonter les grandes difficultés de terrain avec des trains plus légers ou des machines plus puissantes (et même au besoin de s'aider de l'un et de l'autre de ces deux moyens) que de supporter une énorme dépense de travaux de terrassement et de travaux d'art, dans le seul but d'obtenir des pentes théoriquement parfaites » (*Remarks upon the railway system of France*, p. 4).

Cependant, comme la machine, en mouvant son propre poids, perd une partie de sa force et que la force de résistance de l'air n'est pas encore suffisamment connue, on peut admettre en termes généraux que, abstraction faite de la vitesse acquise, pour conserver aux locomotives pendant l'ascension des rampes la vitesse qu'elles avaient de niveau en traînant leur force maximum, il faudrait, suivant les cas et surtout suivant la vitesse, *réduire cette charge à moitié pour l'ascension de rampes de deux à trois millièmes et la réduire au tiers sur des rampes de quatre à six millièmes.*

§ 3.

INFLUENCE DES PENTES SUR LA VITESSE DU PARCOURS.

Après avoir recherché quelle est la diminution de charge qu'une locomotive, traînant sur niveau sa charge maximum, devra subir pour conserver la même vitesse pendant l'ascension d'une rampe, on doit nécessairement se demander quelle est la diminution de vitesse que cette même locomotive éprouvera pendant l'ascension, en lui laissant la même charge.

Cette diminution de vitesse, occasionnée par les pentes, dépend principalement du système de construction de la machine, de sa force et par-dessus tout de la vitesse qu'on lui suppose sur niveau avec sa charge maximum. Mais cette diminution de vitesse, au lieu d'être fixe comme celle de la charge, pour une inclinaison donnée, dépend de la longueur de la pente et va croissant avec cette longueur. Mais, comme cette diminution ne peut être calculée que d'une manière très-approximative, il est inutile de chercher à l'exprimer ici en termes généraux.

Les locomotives destinées au transport des grosses marchandises reçoivent généralement une charge équivalant au maximum qu'elles peuvent traîner sur un chemin de niveau et au degré de vitesse que l'on veut donner au convoi. Si elles rencontrent des rampes, elles les franchissent avec toute leur charge en ralentissant la vitesse, ce qui, pour les convois de marchandises, présente beaucoup moins d'inconvénients que pour les convois de voyageurs. Mais si les pentes sont fortes et que la charge soit considérable, elles sont obligées d'emprunter le secours momentané d'une locomotive de renfort, laquelle

en réalité équivaut à une réduction de charge. — Quant aux locomotives destinées au transport des voyageurs, elles ne reçoivent ordinairement qu'une charge très-inférieure à celle qu'elles peuvent traîner à la vitesse requise sur un chemin de fer de niveau: telles locomotives, susceptibles de remorquer 2,000 voyageurs, n'en ont que 60 à 80 chez certaines administrations (1). Elles n'emploient alors sur niveau qu'une partie de leur force, et ne déploient toute leur puissance qu'au moment de l'ascension des rampes. Si la rampe est faible ou qu'elle ait peu d'étendue, la vitesse n'est pas visiblement ralentie. Dans le cas contraire, il est nécessaire d'employer une locomotive de renfort afin de toujours conserver le même degré de vitesse.

Un fait important, constaté par l'expérience, est venu changer complétement toute l'économie des calculs mathématiques auxquels s'étaient livrés les partisans des pentes faibles; ce fait, c'est que *le mode de répartition des pentes exerce presque autant d'influence sur l'économie du chemin que la valeur même de leur inclinaison*. Ainsi, comme dit M. Minard, « une rampe très-forte pourra être franchie sans trop de lenteur, s'il est possible de la faire précéder d'une pente de moyenne inclinaison qui permette d'y arriver avec une grande vitesse. En profitant de l'impulsion acquise, les trains, abandonnés à eux-mêmes, peuvent s'élever à une hauteur considérable sans que le mouvement se trouve retardé au-dessous de la vitesse moyenne que l'on s'est proposé d'atteindre » (*Leçons faites sur les chemins de fer à l'école des ponts et chaussées*, p. 76). — Les plans inclinés du *Rain-Hill* au chemin de Liverpool ont été établis d'après ce principe; de sorte qu'un train de voyageurs arrivant au pied du plan (pente 11 millièmes, longueur 2,400 mètres), avec une vitesse de 13 mètres par seconde, arrive au sommet avec une vitesse de 5 mètres. A la moitié du plan incliné, la vitesse est encore de 6 mètres par seconde ou cinq lieues et quart par heure. Sur le chemin de fer de Versailles (rive gauche), la locomotive LE RAPIDE, remorquant neuf wagons, franchit régulièrement à la vitesse de 7 lieues à l'heure, la pente de 1 cen-

(1) Dans les administrations anglaises principalement, où les départs sont trop fréquents et où les tarifs, trop élevés, ne permettent qu'à un petit nombre de voyageurs de se servir du chemin de fer.

timètre et demi sur 936 mètres qui se trouve à l'entrée de Versailles. Enfin des expériences spéciales, relatées dans le chap. 18 de l'intéressant ouvrage de M. Frimot sur la locomotion, établissent qu'une locomotive suivie de quatre diligences, lancée à la vitesse de 15 mètres 52 cent. par seconde, s'élève par le seul effet de la vitesse acquise à une hauteur verticale de 8 mètres 80 cent.

Si à la conclusion qui ressort de ces faits on ajoute qu'une locomotive acquiert son maximum de vitesse sur une longueur de 1,000 à 1,200 mètres, on arrive à conclure avec un ingénieur célèbre dont nous aurons bientôt occasion de parler, *qu'un chemin de fer composé de rampes de 1,400 mètres de longueur, coupées par des rampes de 11 mill. sur 600 m. de longueur* (tout en rachetant en réalité une inclinaison moyenne de 6 mill. par mètre), *sera plus économique à exploiter et assurera mieux la vitesse qu'un autre chemin en pente continuè de 4 millimètres* sur lequel la même différence de niveau aurait été répartie à l'aide de tranchées et de remblais sur une étendue plus considérable. Dans le premier cas, l'exploitation pourra se faire avec des machines plus faibles, légères, franchissant seules la rampe à l'aide de la vitesse acquise et avec un faible ralentissement de vitesse, tandis que le système énoncé en dernier lieu ne peut offrir que deux alternatives également fâcheuses : il faudrait ou emprunter, pendant une grande distance, des machines de renfort, ce qui est excessivement coûteux ; ou remplacer pour l'exploitation totale du chemin, les machines très-faibles et très-légères par des machines plus fortes et plus lourdes, lesquelles seraient inutiles sur des portions construites de niveau ou à faibles pentes, et présenteraient en outre l'inconvénient de coûter beaucoup plus cher d'acquisition, de fatiguer beaucoup plus les rails, et de consommer une quantité plus considérable de combustible. — Ce dernier point est le seul qui nous reste à examiner.

§ 4.

INFLUENCE DES PENTES SUR LA CONSOMMATION DU COMBUSTIBLE.

Convois de marchandises. — Les énumérations ci-dessus énoncées, exprimant en principe le décroissement de la charge maximum qu'une locomotive pourra trainer avec la même

vitesse sur un chemin de niveau, expriment aussi, à peu de chose près, l'augmentation de dépense que les pentes occasionnent aux convois placés dans les conditions du maximum de la charge, c'est-à-dire aux convois des matériaux et de grosses marchandises. Cependant la consommation de combustible étant proportionnée à la vitesse, la dépense sera moindreque ces nombres ne l'indiquent, si, au lieu d'employer des locomotives de renfort afin de se maintenir au même degré de vitesse, on se borne à ralentir pendant l'ascension de la pente, la rapidité de la marche. Dans ce cas, qui est usuel, il est admis en théorie que les frais de traction sont doublés par l'ascension d'une rampe d'environ 2,4 millièmes, et triplés pour une rampe d'environ 4,8 millièmes d'inclinaison. Mais ces cas ne se rapportent qu'à l'ascension d'une rampe isolée, de sorte que, en considérant l'ensemble des convois montants et descendants le long de cette rampe, ces nombres ne peuvent plus exprimer l'accroissement des frais de traction, puisqu'à la descente on économise une grande quantité de combustible, ce qui rétablit un peu l'équilibre.

Convois de voyageurs. — L'existence des pentes empêchait autrefois de joindre aux machines locomotives la charge maximum qu'elles étaient susceptibles de traîner sur un plan à peu près de niveau; il en résultait une certaine quantité de force perdue, la force totale devant être employée à remonter les pentes, partant une énorme dépense de combustible. L'invention de *l'appareil à détente* qui permet de proportionner la dépense de force, c'est-à-dire de combustible, selon le degré de résistance que l'on rencontre, renferme une solution complète de cette importante question. La consommation de combustible n'étant plus proportionnée à la dimension des cylindres, mais seulement à la quantité de vapeur dépensée, il est devenu possible d'employer des machines puissantes dont on ménage la force pour le passage des rampes, et qui ne dépensent guère plus de combustible que les machines les plus faibles marchant à pleine vapeur.

Avant l'application de l'appareil à détente aux machines locomotives, la traction ne pouvait s'opérer, même sur des pentes de faible inclinaison, qu'à l'aide de machines plus puissantes et par conséquent plus consommatrices de combustible, plus coûteuses d'achat et d'entretien, et exigeant des rails

plus forts et plus résistants. Il en résulterait alors que l'influence des pentes se ferait sentir non-seulement sur les frais d'exploitation du chemin, mais encore sur ceux d'entretien et d'établissement de la voie elle-même. L'invention des appareils à détente, en faisant disparaître cet état d'infériorité des pentes fortes, constitue une des plus utiles inventions dont les chemins de fer aient encore été l'objet. Nous en parlerons en temps opportun (1).

Dans un mémoire remarquable, publié sur le sujet qui nous occupe par un ingénieur d'un grand mérite, M. Ed. Teisserenc, membre de la commission supérieure des chemins de fer de France, nous trouvons la démonstration complète de ce fait, que les calculs et les inductions mathématiques ne suffisent pas pour amener à une conclusion certaine relativement à la déclivité des pentes. L'un des premiers, cet écrivain s'est constitué l'adversaire du système assigné à la construction des chemins de fer et qui tend à ne tenir aucun compte des difficultés naturelles du sol, de combler les vallées et percer les montagnes afin de s'assujettir à un niveau parfait. Le *Mémoire adressé à M. le ministre des travaux publics* démontre jusqu'à la dernière évidence que *l'abaissement du maximum assigné aux pentes ne peut exercer aucune influence désavantageuse à l'exploitation économique et régulière d'un railway*, *ainsi qu'à la vitesse et à la sécurité des transports*. Pour décider ainsi d'une question si importante et si peu en rapport avec l'opinion reçue, il fallait l'approfondir sous ses différents points de vue; il fallait grouper des faits nombreux et même opposés, car il aurait été impossible de tirer de l'étude d'une ou de plusieurs lignes isolées aucune conclusion définitive ; il fallait réunir un certain nombre de grandes lignes de classification différente, tout en ayant soin de tenir compte d'une foule de circonstances dépendantes de la situation particulière de chaque *railway*, du prix de revient des matériaux et du combustible, de la nature du mouvement commercial qu'il dessert, du degré plus ou moins grand d'irrégularité de ce mouvement, de son importance et du sens dans lequel il s'opère.

Personne n'était plus apte que M. Ed. Teisserenc à traiter un aussi vaste sujet. S'appuyant de faits pratiques, non encore

(1) *V.* IIe part., ch. VI, *Construction des machines locomotives.*

étudiés, il a affirmé, relativement au système de pentes à introduire dans les profils de chemins de fer, que l'expérience n'était pas d'accord avec la théorie pour sanctionner des propositions acceptées jusque-là comme des lois.

Les paroles de M. Edmond Teisserenc n'eurent pas tout d'abord les résultats qu'il pouvait en espérer, mais elles avaient eu assez de retentissement dans le pays pour attirer sur leur auteur l'attention du gouvernement. Le ministre des travaux publics, M. Teste, lui confia l'honorable mission d'aller vérifier d'une manière authentique les faits annoncés par lui, faits que le développement récent pris en Angleterre par les nouvelles lignes de railways, permettait de constater sur une très-grande échelle. — C'est ce travail que M. Ed. Teisserenc vient de publier et dont nous avons résolu de mettre les résultats principaux sous les yeux de nos lecteurs.

Le but essentiel de la mission de cet ingénieur étant de s'assurer jusqu'à quel point on devait continuer à se tenir dans les limites du dispendieux système d'exécution usité aujourd'hui, il s'attache d'abord à déterminer le degré d'influence qu'exerce sur l'économie des transports le degré de perfection des profils de la voie. Il se demande ensuite si *le coût des travaux soldés par le trésor public influe d'une manière sensible sur les dépenses annuelles d'exploitation*, ou, en d'autres termes, si *la perfection des tracés si chèrement achetée rend un intérêt raisonnable de l'argent qu'elle coûte?...* » On avait répondu oui jusqu'à ce jour, dit M. Teisserenc, mais c'était en raisonnant sur des données purement hypothétiques, en consultant la théorie alors qu'il fallait interroger la pratique. Ainsi on avait pris pour règle invariable des calculs le cas très-exceptionnel de la marche à pleine charge; on n'avait tenu aucun compte du mouvement commercial de station à station qui domine par son importance le mouvement des points extrêmes, mais qui rend inévitable l'usage quotidien des machines de renfort sur les chemins les mieux nivelés. On n'avait recherché dans les rampes que la perte de force qu'elles occasionnent, sans observer que la pesanteur, force retardatrice à la montée, devient une force accélératrice au retour; on n'avait vu enfin dans les frais d'exploitation des chemins de fer que des dépenses de combustible, de réparation et de conduite des machines, tandis qu'auprès de ces dernières se trouvent des frais

d'administration, de perception, de chargement, de réparation de voitures et wagons, d'entretien des bâtiments et de la voie, doubles par leur chiffre et qui subsistent invariables, quel que soit le profil du railway » (*Rapport au ministre des travaux publics*, p. 3).

Pendant son séjour en Angleterre, ce savant ingénieur a rassemblé sur les principaux chemins de fer de ce pays les renseignements les plus précis et les mieux détaillés que l'on eût encore obtenus jusqu'ici. Il a divisé ces chemins en trois classes : dans la première ont été compris les *railways à faibles pentes*, c'est-à-dire ceux dont la pente générale reste en dessous de 2 millimètres par mètre, et dont la pente maximum ne dépasse pas 3 millimètres. La seconde comprend les chemins à *pentes moyennes*, c'est-à-dire ceux dont la pente maximum, supérieure à 4 millimètres, est inférieure à 6. Dans la troisième classe enfin sont compris les chemins dont la pente supérieure à 6 millimètres s'élève jusqu'à 10 et même jusqu'à 20 millim. Par la seule décomposition des comptes d'exploitation, M. Ed. Teisserenc démontre que la déclivité des pentes n'exerce aucune influence fâcheuse sur les frais de traction et que l'exploitation économique d'un chemin de fer s'obtient bien plus sûrement par une bonne administration que par la perfection des profils de la voie.

On prétendait que le moindre défaut des pentes un peu roides était de nécessiter l'emploi régulier de locomotives plus puissantes, plus massives, partant plus consommatrices de combustible, et coûtant davantage à réparer que les machines employées sur les chemins à pentes douces.

Et la pratique répond que la quotité de ces deux classes de dépenses dépend beaucoup moins de la puissance des machines que de leur bon et soigneux aménagement ; à tel point qu'il est impossible d'apercevoir aucune différence en faveur des chemins à pentes douces, puisqu'au contraire, d'après l'inspection du tableau n° 1, l'avantage semblerait tout entier du côté des railways à rampes fortes appartenant à la classe n° 3.

Tableau n° 1.

CLASSIFICATION d'après la déclivité des pentes.	ANNÉE de la mise en exploitat.	DÉNOMINATION des RAILWAYS.	DEGRÉ d'inclinaison des rampes.		VITESSE par heure des trains de voyageurs.	COKE consommé par kilomètre parcouru par les locomotives.	DÉPENSES de réparations, matériaux et main-d'œuvre par kilomèt. parcouru.
			Pente générale	Pente maxim.	Kilomètres.	Kilogrammes.	Centimes.
CLASSE N° 1.	1842	Edimbourg à Glascow. .	1/2	1 1/4	32	11,06	»
Longueur totale, 512 kilomètres.	1840	Hull et Selby.	1	2	33,6	9,81	33,81
	1840	Midland-Counties. . . .	2	3	35,8	10,47	34,50
Pente maxima de 0,003.	1839	Londres et Birmingham..	1 1/2	3	36	10,15	20,33
	1840	North-Midland.	1 1/2	3	33	11,90	28,36
	1839	Birmingham et Derby. .	1 1/2	3	32	11,70	27,90
CLASSE N° 2. Longueur totale, 333 kilomètres.	1840	South-Western (de Londres à Southampton). .	3	4	33	9,95	36,50
Pente maxima de 0,006.	1838	Grand-Junction et Chester (de Birmingham à Chester et à Liverpool).	3 et 4	5,7	34	8,80	35,95
CLASSE N° 3.	1840	York et Selby.		7,3	33	8,90	11,89
Longueur totale, 441 kilomètres.	1841	Manchester et Leeds. . .		7	31	9,77	18,83
	1841	Manchester et Sheffield.		8,3	30	9,60	20
Pente maxima de 0,006 à 0,010.	1838	Newcastle et Carlisle. .		9,5	»	»	»
	1839	North-Union.	3	10	36	7,12	15,01
	1841	Birmingham et Glocester.	3 1/2	27	30	9,18	16,91

M. Ed. Teisserenc explique cette différence, incompréhensible au premier abord, mais au fond très-naturelle, par une suite de tableaux desquels il résulte :

1° Que les convois qu'il a fallu multiplier pour se conformer aux besoins du commerce sont presque toujours inférieurs à la force motrice des locomotives, qui peuvent dès lors franchir aisément des pentes de 7, 8 et 9 millimètres.

2° Que dans le cas de rampes plus fortes, qui ne peuvent être gravies qu'au moyen d'un ralentissement de vitesse, le temps perdu est économiquement retrouvé dans le passage sur la contre-pente, dont la déclivité sert de moteur gratuit et permet d'atteindre une grande vitesse.

3° Que les cas d'affluence de voyageurs ou de marchandises nécessitant l'adjonction de machines de renfort sont aussi fréquents (si pas plus) sur les chemins à faibles pentes que sur les autres.

4° Que sur les chemins à fortes pentes l'entretien de la voie coûte moins que sur les chemins de niveau, parce que ceux-ci n'ont été amenés à ce point de perfection qu'au moyen de grands travaux de terrassements, remblais ou tranchées, constamment menacés par des éboulements ou des crevasses qui compromettent la sécurité des voyageurs et augmentent considérablement les frais d'entretien.

5° Enfin que les dépenses supplémentaires des chemins à fortes pentes rendent obligatoire un système général d'économie qui agit si heureusement sur toutes les parties de leur administration, qu'avec des recettes brutes moins élevées ils arrivent à distribuer des dividendes plus forts.

Ces conclusions se trouvent en désaccord complet avec les opinions reçues, non-seulement dans le public, mais encore parmi les hommes spéciaux ; mais en revanche elles ont l'avantage d'être déduites des faits, tandis que les appréciations contraires reposent sur des formules vraies en elles-mêmes, mais appliquées à des données inexactes.

Mais, répond-on alors, si la dépense par unité de longueur parcourue ne varie pas d'une manière sensible, la force de la locomotion diminuant en raison directe de la déclivité des rampes qu'elles doivent gravir, le poids des trains sur les chemins à pentes douces est sans doute plus considérable que le poids des trains sur les chemins à pentes fortes, et conséquemment la dépense de locomotion par unité trans-

portée est plus élevée sur ces derniers que sur les chemins à pentes douces.

Le tableau n° 2 répond à cette nouvelle objection ; il démontre :

1° Que le poids moyen des trains de voyageurs reste toujours beaucoup au-dessous de la charge *maximum*, qu'une locomotive peut remorquer à grande vitesse avec des pentes comprises entre 6 et 12 millimètres.

2° Que le poids des trains de marchandises ne dépend en aucune manière du système dans lequel a été tracé le profil, et n'est réglé que par les nécessités de l'exploitation, ainsi que par la manière dont s'effectuent les expéditions du commerce.

Tableau n° 2.

CLASSIFICATION.	DÉSIGNATION DES RAILWAYS.	POIDS BRUT MOYEN.		MOYENNE générale du poids brut des trains menés dans le semestre sans distinction d'espèces.
		Poids des convois de voyageurs.	Poids des trains de marchandises.	
CLASSE N° 1.	Edimbourg à Glascow. . .	46	60,50	53
	Hull et Selby.	»	»	»
	Midland-Counties.	42,0	97	53
	North-Midland.	37,2	78,50	56
	Londres et Birmingham. .	32,6	133,79	51
	Birmingham et Derby. . .	»	»	»
CLASSE N° 2	South-Western.	»	»	47
	Grand-Junction et Chester	35,5	97,5	51
CLASSE N° 3.	York et Selby.	38	86	59
	Manchester et Leeds. . .	34	76,30	59
	Manchester et Sheffield. .	40	90	56
	North-Union.	29	86	57
	Birmingham et Glocester.	35	»	»
CL. N° 1.	Great-Western.	27,9	60,1	36

Ainsi, sauf le Great-Western, dont les locomotives sont beaucoup plus puissantes que celles des autres railways, permettent une organisation particulière du service des marchandises, et le chemin de Londres à Birmingham qui, tronc commun et unique de toutes les grandes lignes dirigées vers le Nord, doit à cette situation exceptionnelle un mouvement commercial bien supérieur à celui des autres chemins, on ne remarque pas de différence significative dans le poids des trains de marchandises des chemins placés dans les conditions les plus diverses du tracé.

On pourrait objecter peut-être que ce résultat n'est pas décisif quant à l'influence des pentes sur la charge, puisque les compagnies exploitantes conservent toujours la facilité de mettre deux et trois machines en tête d'un convoi, et peuvent ainsi obtenir des accroissements de charge brute par train en doublant ou triplant les dépenses de construction.

Le tableau n° 3 a été dressé en réponse à cette objection. Il démontre que l'usage des locomotives de renfort est plus fréquent sur les chemins à pentes douces que sur ceux à pentes fortes.

Dans ce cas donc l'influence des pentes est encore inappréciable.

Si, pour se rendre compte des différences que l'on observe entre les railways appartenant au même système de tracé, on descend dans les détails de l'exploitation, on reconnaît que ce sont ordinairement les convois de marchandises qui exigent le plus fréquent usage des locomotives de renfort. Ainsi, en prenant deux cas extrêmes, le chemin de Londres à Birmingham et celui de Birmingham à Glocester, on trouve que, sur le premier, la proportion sur cent des locomotives de renfort est de 16,05 avec les trains de voyageurs, et de 60,09 avec les trains de marchandises, tandis que sur le second la proportion ne s'élève qu'à 7,01 pour les trains de voyageurs et à 25, c'est-à-dire juste le quart, pour les trains de marchandises. Par cette même raison, les railways de Manchester à Leeds (classe n° 3) et de Hull à Selby (classe n° 1), sur lesquels la proportion du mouvement des marchandises au mouvement des voyageurs est beaucoup plus considérable que sur aucune grande ligne (celle de Newcastle à Carlisle exceptée), font un aussi fréquent usage des locomotives de renfort. — Toutefois

Tableau n° 3.

CLASSIFICATION.	DÉSIGNATION DES RAILWAYS.	NOMBRE de kilomètres parcourus par les locomotiv.	NOMBRE de kilomètres parcourus par les convois.	PROPORTION sur cent des convois assistés par une locomotive de renfort.
CLASSE N° 1.	Edimbourg à Glascow. .	»	»	»
	Hull et Selby.	138,401	117,641	21
	Midland-Counties. . . .	401,160	357,319	12,7
	Londres et Birmingham.	1,067,147	860,851	24
	North-Midland..	474,556	434,278	9
	Birmingham et Derby. .	»	»	»
CLASSE N° 2.	South-Western.	516,045	485,446	6,3
	Grand-Junction.	643,365	592,022	8,7
CLASSE N° 3.	York et Selby.	474,454	434,278	2,3
	Manchester et Leeds. . .	610,848	506,848	21
	Manchester et Sheffield..	»	»	»
	Newcastle et Carlisle. .	»	»	»
	North-Union.	113,159	100,117	9
	Birmingham et Glocester.	127,936	115,302	11
CL. N° 1.	Great-Western..	1,033,339	936,137	13,6

cette déduction ne doit pas être prise comme une vérité absolue et sans exception : car sur le chemin de North-Midland c'est au contraire avec les convois de voyageurs que l'on emploie le plus grand nombre de machines de renfort. Quoi qu'il en soit et de quelque origine que viennent ces différences, il suffit qu'elles existent à un égal degré sur les chemins de deux classes différentes pour que nous n'ayons pas à nous en occuper.

Voyageant sur des chemins à pentes douces, ou sur des chemins à pentes variées, les trains des chemins de fer ont des poids sensiblement égaux et font un usage égal de ma-

chines de renfort. Aussi n'est-on pas étonné de voir que *les frais annuels de locomotion*, rapportés à la distance parcourue par les trains, frais qui comprennent conséquemment l'accroissement de dépense occasionné par l'emploi des machines de renfort, *ne présentent aucune variation proportionnelle à la déclivité des pentes*. Nous invoquons le tableau nº 4 comme preuve à l'appui de ce fait.

Disons aussi que nous n'établissons pas de distinction entre

Tableau nº 4.

CLASSIFICATION.	DÉSIGNATION DES RAILWAYS.	DÉPENSES de toutes sortes relatives à l'entretien et à la conduite des mach. locomotives par kilomètre parcouru
		Fr. cent.
CLASSE Nº 1.	Hull et Selby.	» 80,00
	Midland-Counties.	» 94,84
	Londres et Birmingham.	1 08,00
	North-Midland..	» 88,20
	Birmingham et Derby.	» 74,34
CLASSE Nº 2.	South-Western.	1 02,00
	Gr.-Junction et Chester.	1 03,01
CLASSE Nº 3.	York et Selby.	» 48,00
	Manchester et Leeds.	» 68,00
	Manchester et Sheffield.	» 61,00
	Newcastle et Carlisle.	» 44,60
	North-Union.	» 52,31
	Birmingham et Glocester.	» 87,80
CL. Nº 1.	Great-Western.	» 99,00

les dépenses de locomotion afférentes aux convois de voyageurs et les dépenses afférentes aux convois de marchandises, parce qu'en Angleterre, comme en France, ces deux éléments sont à peu de chose près identiques.

Ainsi de quelque point de vue que l'on envisage les résultats de l'exploitation des chemins de fer anglais, que l'on interroge les livres d'inscription des dépenses de combustible ou que l'on s'en réfère aux sommes allouées pour réparations, que l'on base ses calculs sur les longueurs parcourues par les locomotives ou sur les distances franchies par les trains, on arrive à cette conclusion.

Qu'employées dans une juste mesure et comprises dans les limites tracées par les chemins de fer anglais compris dans la classe n° 3, *les pentes n'ont aucune influence variable sur les frais de locomotion.*

Ce sont surtout les perfectionnements nombreux récemment introduits dans la construction des machines locomotives qui ont le plus contribué à amener ces résultats. Ces perfectionnements se résument en un accroissement progressif de puissance, et en une diminution considérable dans la consommation de combustible, ce qui a eu pour résultat d'apporter une double économie dans les frais d'exploitation. D'un autre côté, l'application aux locomotives de l'appareil à détente, employé avec tant de succès dans les machines fixes, lève tous les obstacles qui pouvaient encore exister pour la circulation sur les chemins à pentes de 8 et 10 millièmes. La consommation de combustible n'étant plus proportionnée à la dimension des cylindres, mais seulement à la quantité de vapeur dépensée, il est devenu possible d'employer des machines puissantes dont on ménage la force pour le passage des rampes, et qui ne dépensent guère plus de combustible que les machines les plus faibles marchant à pleine vapeur.

§ 5.

INFLUENCE DES PENTES SUR LA SÉCURITÉ PUBLIQUE.

L'une des principales raisons qui, en France, ont contribué à proscrire l'établissement des chemins à fortes pentes reposait sur l'opinion, généralement admise, que ces pentes pouvaient présenter de grands dangers à la circulation des voyageurs.

Ces dangers peuvent être de deux sortes :

1° Que la vitesse lors de la descente ne puisse être modérée;

2° Qu'à la remonte il n'y ait explosion des chaudières, par suite de l'excès de pression résultant naturellement du ralentissement de la marche.

Il nous reste, avant de terminer ce chapitre, à examiner jusqu'à quel point on peut avoir à redouter ces dangers, et quels sont les moyens mis en usage pour les prévenir.

Danger à la descente. On a vu ailleurs que la résistance au mouvement résultant des frottements est de 2,4 millièmes du poids, de sorte que les voitures commencent à descendre d'elles-mêmes dès que la pente atteint 2,4 millièmes. — Mais si les roues, au lieu de tourner, glissent sur les rails, la résistance due au frottement du fer contre le fer sera d'au moins 100 millièmes du poids, de sorte que les voitures, serrées par les *freins*, ne commenceront à descendre d'elles-mêmes que lorsque la pente atteindra 100 millièmes, c'est-à-dire de 1 décimètre. Comme les pentes franchies par les locomotives sont ordinairement en dessous de cette limite, le *tender* ainsi que deux ou trois voitures sont seuls pourvus de freins, ce qui serait encore suffisant pour modérer la vitesse en cas de besoin.

En supposant, ce qui n'est guère possible, que tous ces freins vinssent à se rompre, il n'y aurait encore aucun danger. En effet la vapeur pourrait être employée à modérer la vitesse : il suffirait de la faire agir sur le piston en sens inverse du mouvement. D'un autre côté, l'accroissement rapide de la résistance de l'air suffirait seul, de l'avis des ingénieurs, pour maintenir la vitesse dans des limites convenables. Ainsi donc, on peut admettre qu'il n'y a aucun danger spécial à la descente des pentes, même les plus fortes, puisqu'il est prouvé que les plus lourds convois, abandonnés à eux-mêmes sur une pente de 10 millièmes (dernière limite où il convienne de faire circuler les locomotives), n'acquerraient qu'une vitesse de 80 kilomètres, vitesse peu dangereuse par elle-même et qui est souvent réalisée dans certains cas de l'exploitation habituelle.

Danger à la remonte. Ce cas est plus grave. On doit craindre, dans l'ascension des rampes, les effets de l'imprudence des mécaniciens, qui, pour aller plus vite, pourraient augmenter la pression de la vapeur avant d'être arrivés au sommet, de sorte que cet excès de pression, se combinant avec celui qui

résulte naturellement, au commencement de l'ascension, de la diminution de vitesse, pourrait faire éclater les chaudières.

L'explosion terrible qui eut lieu en 1839 sur la pente du Rain-Hill, au chemin de Liverpool à Manchester, n'a pas eu d'autre cause. Cependant il convient d'observer que les accidents de cette nature sont extrêmement rares, et qu'ils ne doivent guère se présenter que sur les convois de marchandises, comme dans le cas que nous venons de citer (1).

L'ascension des pentes ne présente d'ailleurs aucune autre chance de danger. Si une voiture venait à se détacher du convoi, lorsque celui-ci serait arrivé au sommet de la pente, cette voiture ne pourrait, en aucun cas, venir heurter un autre convoi montant; d'abord parce que deux convois ne doivent jamais se suivre immédiatement, ensuite parce qu'il est à peu près impossible que les deux chaînes et la tige à vis qui lient les voitures entre elles puissent se rompre au même instant. — Dans le cas, tout aussi peu probable, où la locomotive, arrivée au sommet de la rampe, pourrait refuser tout service par suite d'un dérangement quelconque, le convoi glisserait probablement en arrière; mais l'action des freins sur les roues et celle de la vapeur sur le piston suffiraient pour modérer la vitesse de la descente et prévenir tout accident.

Du reste l'expérience s'est chargée de démontrer que les pentes fortes ne présentent aucun danger réel sous le rapport de la sécurité. Faisons remarquer qu'il s'en faut de beaucoup que les pentes citées dans les tableaux que nous venons de rapporter soient les seules qui existent en Angleterre : la plupart des railways construits depuis 1838 en présentent un grand nombre d'une aussi forte déclivité, de sorte que les occasions d'expéri-

(1) Quoi qu'il en soit, ce danger qui existe, bien que dans de moindres proportions, sur niveau comme sur les rampes, ne fait sentir que plus vivement la nécessité de n'accepter pour *mécaniciens* que des hommes présentant le plus de garanties possible d'habileté, de prudence et de présence d'esprit. Si l'on considère que la vie des voyageurs est toujours entre les mains du mécanicien dirigeant le convoi, on ne peut mettre en doute que le meilleur moyen d'empêcher les accidents, et par contre d'augmenter la sécurité publique et la prospérité du chemin, serait d'accroître moralement la valeur de ces hommes, et de les relever de la condition subalterne qu'ils occupent.

menter sur ce sujet se sont présentées nombreuses et décisives.

Il existe à Londres, au ministère du commerce (*board of trade*), une section qui, étant exclusivement chargée de la connaissance des accidents de tout genre qui arrivent sur les railways du royaume, publie sur chaque accident un rapport détaillé. Elle contrôle les assertions qui lui sont présentées, interroge les hommes qu'elle juge capables de l'éclairer, et présente annuellement un rapport raisonné, dans lequel se trouvent indiquées les causes de danger que l'expérience a mises en relief. De ces rapports résulte un fait décisif. C'est que sur 287 accidents de différents genres, survenus en trente mois (du 1er août 1840 au 31 décembre 1842), et dans lesquels 439 personnes (1), employés du chemin de fer ou voyageurs ont perdu la vie, ***il n'en est pas un seul qui puisse être attribué à l'effet de la pente du chemin.***

Ce fait est assez concluant en lui-même pour qu'il puisse être nécessaire de rien y ajouter. Encore un mot cependant.

Si le *board of trade* ne regarde pas le degré d'inclinaison donné aux pentes comme une source d'accidents, il constate que la trop grande profondeur des tranchées et la hauteur des remblais menacent la sécurité des voyageurs; il reconnaît la nécessité d'augmenter la surveillance sur les parties ainsi construites, afin de prévenir des éboulements toujours dangereux (*rapport pour* 1841). La même recommandation figure sur le rapport de 1842, et la commission ajoute que ***les compagnies ne sauraient surveiller avec trop de soin les parties de leurs lignes en grande tranchée, parce que les éboulements de terre qui se sont renouvelés cinq à six fois sur diverses lignes ont entraîné les conséquences les plus fâcheuses.*** — En effet c'est

(1) La très-grande majorité de ces 287 accidents a frappé des ouvriers et employés du chemin de fer. Sur les 439 personnes qui ont perdu la vie, on ne compte que 100 voyageurs, et encore serait-il juste de retrancher de ce nombre 28 personnes tuées par suite d'imprudences par elles commises, de sorte que le nombre de victimes dont la responsabilité retombe sur les chemins de fer ne se monte en réalité qu'à 72, soit environ 30 par année. — Si l'on observe que pendant cette période de temps les railways anglais ont porté plus de 40 millions de personnes, on restera convaincu que les chemins de fer sont encore un des moyens de voyager qui offrent le plus de sécurité.

à des mouvements de terrain, provoqués par des temps humides, que sont dus plusieurs accidents du caractère le plus grave, et notamment celui du *Great-Western*, dans lequel 9 voyageurs perdirent la vie et 12 autres furent grièvement blessés.

Or c'est précisément en renonçant aux chemins de fer systématiquement de niveau qu'il deviendra possible de ramener à des proportions rassurantes pour la sécurité des voyageurs la profondeur des tranchées et la hauteur des remblais.

On voit que, au lieu d'être une cause d'accidents, l'établissement des chemins à fortes pentes paraît au contraire devoir en éviter un grand nombre. On voit que ces chemins n'augmentent en rien le chiffre des frais d'exploitation, et qu'ils permettent de réaliser dans leur construction une grande économie, par cela seul qu'ils rendent inutiles les immenses travaux entrepris dans l'unique but de maintenir constamment la voie dans un niveau à peu près parfait.

Il est donc établi que, dans la construction des chemins de fer, on peut adopter sans inconvénient des conditions d'art moins rigoureuses que celles qui avaient paru jusqu'ici indispensables. Cette considération peut être d'une haute importance, pour la France surtout, qui entreprend en ce moment la construction du vaste réseau qui doit sillonner son territoire. C'est ce fait seul qui nous a déterminé à donner à l'examen de la question des pentes des développements qu'il nous serait impossible de donner aux divers autres éléments dont se compose l'établissement des chemins de fer, à moins de sortir du cadre et des limites que nous nous sommes imposés en entreprenant cet ouvrage.

CHAPITRE III.

DES PLANS INCLINÉS.

Des différents systèmes de plans inclinés. — De leurs avantages et de leurs inconvénients. — Frais d'exploitation et d'établissement des plans inclinés.

Les plans inclinés ne sont rien autre qu'un chemin de fer, ordinairement à deux voies, disposé en pente très-forte, au lieu d'être à peu près de niveau. On peut donc dire, toutes les fois qu'un chemin de fer n'est pas rigoureusement de niveau,

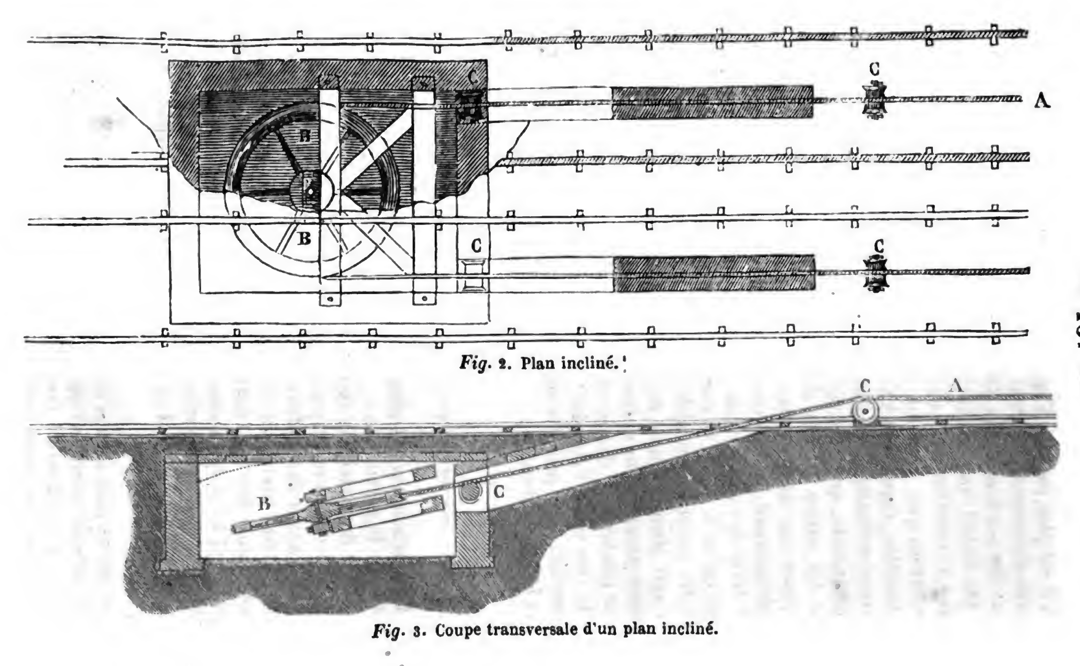


Fig. 2. Plan incliné.

Fig. 3. Coupe transversale d'un plan incliné.

qu'il est plan incliné. Cependant cette dénomination a été plus particulièrement réservée aux fortes inclinaisons, qui nécessitent des machines fixes pour remorquer les convois.

On établit un plan incliné chaque fois que l'on rencontre dans l'exécution d'un chemin à grande vitesse des inégalités de terrain qui, à moins de travaux de terrassement trop considérables, s'opposent à l'établissement des pentes d'une inclinaison ordinaire. Les plans inclinés étant sujets à plusieurs inconvénients, que l'on ne rencontre point à un même degré sur les autres parties du chemin, l'on n'y a généralement recours que dans les cas d'absolue nécessité, et lorsque leur établissement peut donner lieu à de grandes économies dans les frais de construction. On s'attache alors à prolonger, autant qu'on le peut, la rampe que son peu d'inclinaison pourra rendre encore praticable pour les machines locomotives. On en agit ainsi, afin de donner au plan incliné le moins de longueur possible. On s'attache aussi, dans l'exécution d'un plan, à ne pas lui faire décrire de courbe, afin que l'œil en embrasse à la fois toute l'étendue, et que d'une station à l'autre on aperçoive sans peine le moindre obstacle qui pourrait contrarier le mouvement (1).

§ 1.

DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE PLANS INCLINÉS.

La traction sur les plans inclinés s'opère :

1° Par la gravitation ;

2° Par des machines fixes ;

3° Par des locomotives de fortes dimensions.

Les wagons descendent de leur propre poids aussitôt que la pente atteint une limite telle que la gravitation puisse vaincre la résistance due au frottement. Cette limite varie généralement de 3 à 3,6 millièmes, de sorte que les moteurs sont inutiles sur toutes les parties d'un chemin de fer où la pente est maintenue à ce taux. Les convois augmentent de vitesse, sui-

(1) Sur les plans inclinés du chemin de Liverpool, pratiqués dans des souterrains qui empêchent que la vue s'étende de l'une à l'autre extrémité, on a dû recourir à l'emploi d'un sifflet à vapeur, placé dans un tuyau qui parcourt toute l'étendue du plan.

vant le degré d'inclinaison du plan sur lequel ils descendent ; plus la pente est rapide et plus la vitesse devient considérable. Il devient dès lors nécessaire d'employer un moyen quelconque pour modérer leur marche et éviter les accidents ; c'est dans ce but que les *freins* ont été établis.

Le frein est un mécanisme particulier dont on verra plus loin la figure (1), fait ordinairement d'une matière peu dure, de bois par exemple, et à l'aide duquel on établit un frottement continu contre les roues des wagons. La force de gravité développée par la marche se dépense à user la garniture des freins, dont le nombre varie suivant la pesanteur du convoi et l'inclinaison de la ligne. L'action des freins est réglée par des conducteurs qui, au moyen d'un moufle, peuvent en faire agir deux à la fois. Ils peuvent servir, pour autant que la pente du plan incliné ne dépasse pas 14 ou 15 millimètres par mètre ; mais, lorsque la pente est plus forte, l'accélération du convoi pourrait devenir dangereuse et rendre inutile l'application des freins, à moins qu'on ne les multiplie outre mesure. On préfère alors employer, pour remorquer les convois, une machine à vapeur fixe que l'on place au sommet du plan. Lorsque la gravitation seule sert à la traction, le plan reçoit alors la dénomination particulière de *plan automoteur*.

Les *fig.* 2 et 3 représentent, la première le plan, la seconde la coupe transversale d'un *plan incliné* dans la vraie acception du mot. Quelques mots suffiront pour en faire comprendre le mécanisme, extrêmement simple. Lorsqu'un convoi se présente pour gravir le plan, on assujettit à la voiture qui marche en tête une chaîne ou un câble sans fin représenté en A. Des raisons d'économie seules font préférer aux câbles de chanvre des chaînes en fer, qui augmentent le frottement déjà considérable du câble sur les poulies en fonte C, placées d'espaces en espaces le long du plan. La machine à vapeur transmet sa force au câble, lequel, en tournant sur le tambour B, imprime le mouvement au convoi. Ce tambour, qui se compose d'une grande roue en fonte autour de laquelle s'enroule le câble, est placé dans une cage en maçonnerie sous le *palier*, c'est-à-dire sous la partie horizontale du chemin. L'axe de ce tambour est perpendiculaire à la direction de la voie, et assez

(1) IIe partie, ch. IV, § 3, *Du tender*.

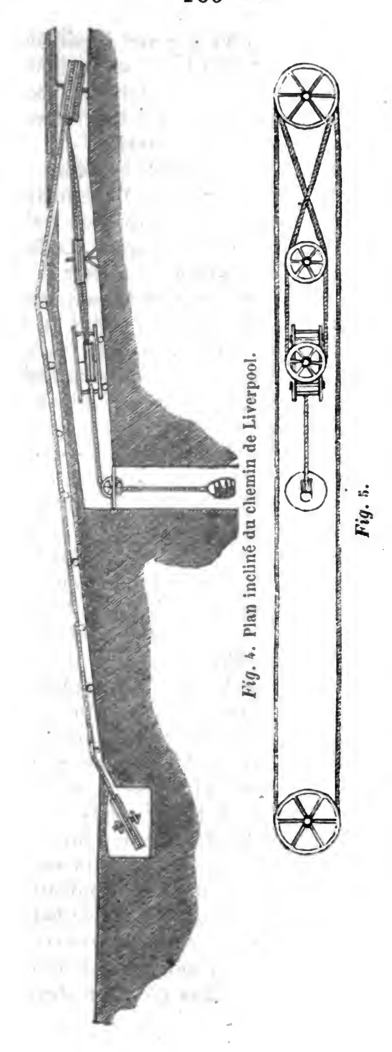


Fig. 4. **Plan incliné du chemin de Liverpool.**

Fig. 5.

élevé pour que les wagons puissent librement passer dessous. Le mécanisme est absolument le même pour les convois qui se présentent pour descendre le plan ; seulement le câble, au lieu d'être attaché à l'avant du convoi, est assujetti à l'arrière afin de modérer la vitesse. — Un seul tambour peut suffire sur les chemins de fer à simple voie. Sur ceux à double voie, on est obligé d'employer deux tambours, lesquels tournent en même temps et dans le même sens. L'un des câbles passe en dessus, l'autre en dessous. Quand l'un descend, l'autre monte et réciproquement.

Ces figures représentent un système à peu près semblable, employé au grand plan incliné du souterrain percé sous Liverpool pour le passage du chemin de fer. Ce souterrain présente deux voies continues, dont chacune est garnie de poulies. La remonte et la descente s'opèrent au moyen d'un câble sans fin manœuvré par deux machines stationnaires placées au sommet. Aux deux extrémités du plan se trouvent deux tambours. Le câble va de l'un à l'autre de ces tambours, en passant sur les deux lignes de poulies.

La difficulté de ce système consistait à donner au câble un degré constant de tension qui le mît à l'abri des variations de l'atmosphère et l'empêchât de glisser au moment où le tambour supérieur est mis en mouvement par les machines fixes. Cette tension a été obtenue (V. *fig.* 4) par le moyen d'un contre-poids placé dans un puits creusé à la station supérieure, et dont la chaîne est fixée sur un petit chariot roulant dans un chemin creux pratiqué sous le chemin de fer. On se borne à attacher à l'extrémité supérieure du petit chariot un bout du grand câble que l'on passe ensuite sur le tambour situé au sommet du plan. Le câble s'étend alors sur une ligne de poulies, jusqu'au tambour inférieur sur lequel il s'enroule avant de remonter par la seconde ligne de poulies, jusqu'au tambour supérieur où il s'enroule de nouveau. Il s'arrête enfin au petit chariot sur lequel l'autre bout se trouve fixé. De cette manière le contre-poids agit à la fois sur les deux bouts du câble, et le tient fortement serré contre les tambours.

Quelquefois on se sert, au lieu de tambours, de grandes poulies, comme pour les plans automoteurs, lesquelles sont mues par la machine à vapeur au moyen de roues d'angle. Dans le cas où l'inclinaison du plan n'est pas assez forte pour

que les wagons en descendant puissent entrainer la corde par leur propre poids, on ajoute au bas du plan incliné une grande poulie de renvoi, sur laquelle passe une seconde corde que l'on attache à l'arrière du convoi montant, et à l'avant du convoi descendant. De cette manière, la machine à vapeur les entraine tous deux. Nous avons vu que des raisons d'économie pouvaient quelquefois faire substituer au câble une chaine en fer; toutefois on doit autant que possible s'abstenir d'avoir recours à ce moyen, car le poids de la corde et son frottement dans les poulies qui la supportent le long du plan absorbent déjà une telle portion de la force du moteur, que l'on est obligé de la faire entrer dans les calculs qui ont pour but de déterminer la puissance qu'il convient de donner à la machine pour le service du plan. Cette résistance a fait penser à appliquer au service des plans inclinés le nouveau système de locomotion, connu sous le nom de *système atmosphérique*. Cependant, bien que cette application paraisse de nature à obtenir un succès complet, aucun essai n'a été tenté jusqu'ici.

Les manœuvres auxquelles obligent la remonte et la descente des convois sur des plans inclinés nécessitent l'emploi de certains signaux, afin de pouvoir donner d'une extrémité à l'autre du plan le signal du départ et de l'arrivée, et aussi afin d'avertir si la voie se trouve libre ou embarrassée. Lorsque le plan est en ligne directe, des télégraphes ordinaires suffisent. Dans le cas contraire, ou lorsque certains obstacles s'opposent à la transmission des signaux, on a recours aux *sifflets à vapeur:* ce sont de petits tuyaux de gaz parcourant toute la longueur du plan et dont une extrémité, arrivant dans le bâtiment où se trouve la machine, se termine en forme de sifflet. — Nous n'avons pas à nous occuper ici de la description des *machines fixes* établies sur les plans inclinés. Tout système de machines à vapeur semblables à celles des ateliers ordinaires peut être employé à ce service.

Nous arrivons au dernier mode de traction, employé depuis quelque temps seulement pour le service des plans inclinés: celui par des machines locomotives de forte dimension. Les machines locomotives, telles qu'on les construit aujourd'hui, jouissent d'une propriété remarquable, celle de pouvoir varier leurs efforts et leur vitesse sans perte notable dans leur effet utile. Sur les pentes faibles, elles *emmagasinent* en quelque

sorte leur force, qu'elles utilisent ensuite à l'ascension des rampes fortes. C'est ainsi que, en Angleterre, des plans inclinés dont la pente dépasse 15 millièmes sont desservis d'une manière très-économique par des locomotives ordinaires.

Il est quelques plans sur lesquels, la pesanteur étant utilisée à contre-balancer les effets de la pente, les locomotives font un travail analogue à celui que l'on en eût obtenu sur un chemin de niveau. Cet effet n'est nulle part aussi sensible qu'au plan incliné établi sur le *railway* de Dusseldorf à Eberfeld, dans la Prusse rhénane. La longueur de ce plan est de 2,350 mètres, la pente est de 33 millièmes. Les heures de départ ont été disposées de manière à ce que les deux convois partis des points extrêmes du chemin, et destinés à faire contre-poids, arrivent simultanément, l'un au pied, l'autre au sommet du plan. Le premier arrivé s'attache à la corde et signale sa présence au garde placé à l'autre extrémité du plan. Le convoi venant en sens contraire s'attache également à l'autre extrémité. Alors le train resté au sommet du plan se met en marche, locomotive en tête et tirant la corde, derrière lui. Dès que la corde est tendue, le convoi placé au pied met aussi sa locomotive en mouvement, et les deux trains franchissent alors la distance avec une vitesse de 16 à 18 kilomètres à l'heure.

On peut croire que ce mode de traction a été jugé plus commode et plus économique que le mode ordinaire, puisque ce plan possède une machine fixe de la force de 100 chevaux, que l'on ne fait fonctionner que dans le cas de nécessité absolue, dans les jours de grande affluence, par exemple, et lorsque le mouvement, en s'effectuant tout dans un même sens, rend impossible le système habituel des contre-poids.

§ 2.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES PLANS INCLINÉS.

On se fait dans certains pays, et particulièrement en France, une idée assez inexacte des plans inclinés et des dangers qu'ils entraînent. Cette crainte exagérée peut d'autant moins s'expliquer qu'elle ne repose absolument sur aucun fait. « Pendant que les ingénieurs belges, dit M. Michel Chevalier (*Int. matériels*), discutent pour savoir si les plans inclinés ne doivent pas

être substitués aux pentes de 8 millimètres de quelque longueur, bon nombre de Français pâlissent à la proposition seule de ces utiles expédients, et s'imaginent qu'il s'agit de transformer les chemins de fer en nouvelles montagnes russes. » Les hommes qui se laissent influencer à ce point par des mots sont loin de se douter qu'il n'est guère de jour où ils ne franchissent eux-mêmes des plans inclinés semblables à ceux que l'on admet sur les chemins de fer à grande vitesse, qu'à Paris l'avenue des Champs-Elysées est un plan incliné, que les rampes rectifiées des routes royales sont aussi des plans inclinés, plus rapides que ceux généralement admis sur les chemins de fer. Pourquoi s'effrayer dans un cas de ce que dans un autre on se plaît à citer comme type de perfection? Parce qu'il existe à Roanne et sur quelques chemins de fer d'Amérique des plans inclinés de 25 à 28 et même 30 centimètres d'inclinaison, et sur lesquels d'ailleurs il n'est jamais arrivé aucun accident fâcheux, est-ce donc un motif suffisant pour proscrire tous les travaux qui portent ce nom?

Les plans inclinés sont pour les chemins de fer une ressource trop puissante pour qu'on puisse indifféremment laisser prendre racine à d'aussi fausses préventions. Il est certains cas, en Amérique surtout, où l'établissement des chemins de fer eût été impossible sans leur secours à cause des sommes énormes qu'eût exigées le nivellement d'un sol inégal. L'usage des plans inclinés donne lieu cependant à plusieurs inconvénients, tels que celui de nécessiter des changements de moteurs assez dispendieux et d'occasionner une perte de temps plus ou moins considérable pour attacher les convois au câble et les en détacher. Toutefois ce dernier inconvénient disparaît lorsque, comme il arrive assez fréquemment, le plan se trouve au point de départ ou d'arrivée. — En compensation de ces faibles désavantages, le système dont nous nous occupons peut, dans certains cas, simplifier considérablement le tracé, diminuer les pentes, raccourcir les distances, et compenser avantageusement par là le temps perdu à les franchir.

Certains ingénieurs ont sérieusement agité la question de savoir s'il fallait admettre ou rejeter le système des plans inclinés. A les entendre, l'emploi de ce système est onéreux, d'abord, par les deux raisons que nous venons d'exposer, et ensuite parce que la descente peut donner lieu à de grands dangers. Nous ne nous

arrêterons qu'à cette dernière objection, parce qu'elle est la plus importante et la plus généralement accréditée.

Sur les plans inclinés le seul danger à redouter est celui de la rupture de la corde. Ce danger reste invariablement le même à la remonte comme à la descente, mais il n'est pas sérieusement à craindre, puisqu'en cas d'accident on resterait toujours maître de la vitesse. Voici comment s'exprime à ce sujet un homme d'une grande science, M. Bineau, ingénieur au corps royal des mines : « En mettant, dit-il, un frein sur chaque voiture, de manière à pouvoir arrêter toutes les roues, on reste maître de la vitesse sur une pente dont l'inclinaison atteint 100 millièmes. En mettant seulement dans un convoi deux voitures munies de freins, comme c'est généralement l'usage pour un convoi de dix voitures, on sera maître de la vitesse pour une inclinaison qui ne dépasse pas 26 millimètres. Avec trois voitures munies de freins, le même convoi pourra être maîtrisé sur une pente de 33 millièmes. — Les Américains, se confiant entièrement dans la puissance des cordes, admettent des plans inclinés de 200 et même de 298 millièmes (1). Cependant il paraît

(1) Le chemin de fer de Pottsville à Sunbury, dans les Alleghanys, un des ouvrages les plus curieux qu'il y ait dans le nouveau monde, dit M. Michel Chevalier, qui en a laissé une description prise sur les lieux mêmes, franchit, au-dessus de la ville de Sunbury, un chaînon des monts Alleghanys haut de 317 mètres, au moyen de six plans inclinés. Cinq de ces plans ont pour profil une ligne droite, un seul a pour profil une ligne courbe. Voici quelles sont leurs dimensions, en commençant par le plus voisin de Pottsville.

DÉSIGNATION DES PLANS.	LONGUEUR horizontale en mètres.	HAUTEUR verticale en mètres.	INCLINAISON en centimètres.
Plan incliné nº 1.	203,43	33,56	16,50
— nº 2.	246,13	61,77	25,09
— nº 3.	167,75	48,79	29,80
— nº 4.	268,60	44,89	17,09
— nº 5.	495,62	105,22	21,21
— nº 6.	269,62	50,63	18,71

Au sommet des plans nº 2 et 3, qui sont les plus rapides, on a établi

plus sage de limiter, pour les convois de voyageurs, l'inclinaison des plans inclinés à 25 ou 30 millièmes, c'est-à-dire à une limite telle, qu'avec deux ou trois voitures munies de freins on soit maître de la vitesse en cas de la rupture de la corde, parce qu'alors le danger sera réduit au cas presque impossible de la rupture simultanée de la corde et de tous les freins. » D'ailleurs l'expérience a prouvé que ces craintes de la rupture de la corde ne sont qu'éventuelles, et qu'une surveillance ordinaire suffit pour prévenir tout accident de cette nature.

On craint la rupture du câble du remorqueur ; mais alors pourquoi ne pas redouter également la rupture de la flèche des voitures ordinaires. Ces voitures ne sont pas, comme celles des chemins de fer, guidées par des rails, elles ne possèdent pas de freins au moyen desquels le ralentissement de la marche est toujours possible. Supposons le cas de rupture de la flèche d'une diligence ordinaire, chance tout aussi probable que celle de la rupture du câble des machines d'un plan incliné, la diligence irait se briser dans les accotements, ou irait se précipiter dans le fossé latéral à la route, tandis qu'en pareil cas les voitures qui circulent sur le plan incliné, étant retenues par les rails et serrées par les freins, redescendraient tranquillement la voie par où elles sont montés et finiraient par s'arrêter d'elles-mêmes.

Le seul inconvénient sérieux des plans inclinés consiste donc dans le retard qu'ils apportent à la marche des convois, car il est certain qu'ils ne peuvent être franchis avec une vitesse égale à celle des plans de niveau. Toutefois leur adoption est souvent préférable à une répartition de pentes plus uniformes, qui élèveraient l'inclinaison générale du chemin au-dessus de 4 à 5 millimètres, surtout si le terrain est disposé de telle sorte qu'il

un régulateur à éventails, qui prévient, avec le plus grand succès, l'accélération du mouvement. On attache les chariots à l'extrémité de la chaîne sans fin, et au moyen du régulateur, qui opère tout seul, et d'un gardien aidé au besoin, en faisant jouer le frein, ils descendent d'un train doux et très-uniforme. La manœuvre de chacun de ces plans se fait en très-peu de temps; un seul homme y suffit pour chaque plan. — Quant à la dépense, elle s'est trouvée excessivement modique. Ainsi, pour le plan n° 2, elle ne s'est élevée en totalité qu'à la somme de 20,000 francs.

Ces faits répondent victorieusement aux objections puériles élevées contre l'emploi des plans inclinés.

soit possible d'accumuler sur un petit nombre de points les fortes différences de niveau qu'il s'agit de racheter.

§ 3.

DES FRAIS D'EXPLOITATION SUR LES PLANS INCLINÉS.

Frais d'exploitation. Voici quelques exemples de l'accroissement des frais d'exploitation, déterminé par la présence des plans inclinés sur les chemins de fer. D'après les comptes officiels de la compagnie du chemin de Londres à Birmingham, les frais annuels d'exploitation du plan incliné d'Euston-Squarre, dont la longueur est de 1 mille un huitième (1,810 mètres) et la pente de 1 pied sur 98 (soit 10 millimètres deux dixièmes par mètre), avec un pouvoir stationnaire et une corde sans fin, ont été en 1840 de 53,750 fr., en 1841 de 34,400 fr. et en 1842 de 30,375 fr., soit par kilomètre pour cette dernière année 16,790 fr. C'est près du double des frais d'exploitation sur niveau.

Sur le chemin d'Edimbourg à Glascow, les frais d'exploitation du plan de cette dernière ville, long de 1,600 mètres et d'une inclinaison de 23 millimètres trois dixièmes par mètre, ont été pour 1842 de 37,900 fr. — Sur le chemin du Great-Western, les frais du plan du *Tunnel-Box,* desservi par des machines locomotives de fortes dimensions, ont été de 87,500 fr. en 1841 et de 62,500 fr. seulement pour 1842.

CHAPITRE IV.

DES COURBES.

Dangers et inconvénients des courbes. — Des moyens employés pour remédier à l'effet des courbes. — Du nouveau système de M. Arnoux.

Si l'on suppose un point en mouvement dont la direction change à chaque instant, la ligne représentant le chemin que ce point parcourt est ce qu'on appelle une *courbe*. Parmi toutes les courbes géométriques, il n'y a qu'une seule dont la courbure soit constante, c'est l'*arc de cercle*, qui est la seule dont l'adoption soit pratiquement possible, et la seule aussi qui soit employée dans le tracé des chemins de fer.

Le tracé des courbes sur les chemins de fer prend une grande importance par suite de la disposition des roues des voitures, disposition toute particulière et entièrement distincte de celle qui prévaut dans la construction des véhicules qui se meuvent sur les routes ordinaires.

Ainsi, lorsqu'une voiture ordinaire à quatre roues quitte une route en ligne droite pour entrer sur une autre route dont la direction est circulaire, les deux essieux, qui d'abord étaient parallèles, prennent une direction telle, que leurs axes, suffisamment prolongés, viendraient converger au *centre* de la courbe que décrit le chemin ; les roues alors doivent parcourir dans un même temps des espaces différents et proportionnés *aux rayons des cercles sur la circonférence desquels elles se meuvent :* la roue *extérieure*, qui a plus de chemin à parcourir que la roue *intérieure* tournée vers le centre de rotation, prend nécessairement une vitesse beaucoup plus grande (1). Cet effet ne peut se produire que par la mobilité de l'un des essieux au moins, ainsi que par la mobilité des roues elles-mêmes autour de leurs essieux, conditions auxquelles on satisfait toujours dans la construction des voitures destinées à circuler sur les routes ordinaires. — Mais il ne peut en être de même pour les voitures ou *wagons* destinés à circuler sur les chemins de fer. L'expérience ayant démontré le danger de laisser une trop grande mobilité aux diverses parties des trains de ces voitures, on a dû s'astreindre à un système de construction tout à fait opposé, c'est-à-dire que *les roues*, au lieu d'être mobiles, *sont invariablement fixées aux essieux*, et que *les essieux* eux-mêmes *sont rigoureusement maintenus dans une situation*

(1) « Pour un rayon de 1,000 mètres cette différence est peu sensible; elle n'est que de 1 millimètre et demi par mètre de parcours. Pour une courbe de 500 mètres cette différence devient double, c'est-à-dire qu'elle est de 3 millimètres. Elle sera de 15 millimètres pour une courbe de 100 mètres. Ainsi, pendant que la roue intérieure parcourt 1 mètre, la roue extérieure parcourt 1 mètre 15 millièmes ; en d'autres termes, pour chaque mètre dont l'essieu avance, les deux roues font ensemble un chemin équivalant à 2 mètres 15 millièmes. Ces 15 millièmes consistent en glissements d'avant en arrière pour la roue extérieure, d'arrière en avant pour la roue intérieure » (Ed. Teisserenc, *les Travaux publics en Belgique,* p. 589).

parallèle qui est normale à l'axe de la voie. De ce parallélisme invariable, qui a dû être établi entre l'essieu des roues de derrière et celui des roues de devant sur tous les véhicules destinés à la circulation des chemins de fer, résulte l'obligation de développer les courbes sur le plus grand rayon possible, afin d'éloigner les causes de dangers.

A l'époque où furent établis les chemins de Darlington à Stockton et de Lyon à Saint-Etienne, c'est-à-dire dans l'origine de la création des chemins de fer, on regardait comme suffisantes des courbes d'un rayon de 500 mètres ; souvent même, lorsqu'on venait à rencontrer des terrains difficiles, on en établissait dont le rayon ne dépassait guère 200 mètres, comme sur le chemin d'Andrezieux à Roanne, et même sur celui de Liverpool à Manchester, où il existe, non loin du lieu de chargement, du côté de cette dernière ville, une courbe d'un rayon de 150 mètres seulement.

Plus tard, les gouvernements, en établissant ou faisant établir de grandes lignes, assujettirent les adjudicataires à n'établir que des courbes d'un grand rayon et à ne pas dépasser le minimum de pente que comporte la configuration du terrain.

Ainsi :

Sur le railway belge, le minimum fixé pour l'établissement des courbes varie entre.	550 à 700
Il est, sur le chemin de fer de Paris à St-Germain, de	800
Sur ceux d'Orléans et de Rouen.	1,000
Sur celui de Liverpool à Manchester, terme moyen. .	1,300
De Londres à Brighton.	3,200
De Liverpool à Birmingham.	3,600

Il est à remarquer que sur ces dernières lignes le terrain traversé, généralement favorable, se prêtait, sans grande augmentation de dépense, à l'agrandissement du rayon. Toutefois l'on imposa aux constructeurs français l'obligation de se maintenir, quelles que fussent les difficultés du sol, dans un rayon de courbure supérieur à 800 mètres.

Ce système d'enfermer systématiquement tous les chemins de fer d'un même pays, dans un cercle commun de conditions d'art était commandé par des raisons de prudence faciles à apprécier ; mais son observation rigoureuse était pour ainsi dire

8

impossible, puisqu'elle n'aurait tendu à rien moins qu'à priver du bénéfice de l'établissement des chemins de fer les contrées peu favorisées sous le rapport de l'égalité du sol.

De là, les plaintes nombreuses qui se sont élevées en France contre le système prescrit par l'administration supérieure des ponts et chaussées. Sans doute il est nécessaire, dans l'état imparfait où se trouve encore la science des chemins de fer, que des mesures soient prises pour garantir la sécurité publique. Néanmoins on ne peut se refuser d'admettre les modifications que l'expérience suggère, lorsqu'elles ne présentent aucun inconvénient et qu'il doit en résulter une économie notable. Aussi, les ingénieurs anglais, qui attachent beaucoup moins d'importance à la théorie qu'on ne le fait en France, établissent-ils journellement sur les nouvelles lignes des courbes à rayons moindres que ceux prescrits en ce pays. Ces courbes cependant n'occasionnent aucun inconvénient, grâce aux moyens employés pour en neutraliser l'effet. Ainsi, sur le chemin de *Londres à Birmingham*, où cependant on a fait de si énormes sacrifices pour atteindre dans le tracé une sorte de *perfection mécanique*, il y a près de Cambden-Town une courbe de 380 mètres de rayon. Sur le chemin de *Bolton* à *Leigh*, établi antérieurement à l'invention des locomotives à grande vitesse, il existe aussi une courbe de même rayon ; et cependant ces courbes sont journellement parcourues à la vitesse de 36 kilomètres à l'heure, sans que plusieurs années de l'exploitation la plus active aient occasionné aucun accident, pas même une rupture.—Le *Grand-Junction railway* se raccorde par deux courbes, l'une vers Liverpool, l'autre près de Manchester, au célèbre chemin qui va de l'une à l'autre de ces deux villes. Ces deux courbes n'ont qu'environ 140 mètres de rayon et sont constamment parcourues par de nombreux convois de voyageurs. Cependant elles n'ont donné lieu à aucun accident depuis que l'on a eu soin de ralentir, en les traversant, la rapidité du convoi. — Le chemin de fer de *Newcastle* à *Carlisle* ne présente pas moins de quatre courbes de 150 à 175 mètres de rayon, sans qu'elles aient exercé aucune influence sur l'activité de ce railway. On s'attache seulement à ralentir la vitesse, et à donner au rail extérieur une surélévation suffisante pour annuler la partie de la force centrifuge qui n'est pas détruite par l'effet de la conicité. — Plusieurs années de l'exploitation la plus active ,ont ainsi justifié, sur

plusieurs des principaux chemins de fer anglais, l'emploi des *courbes* à très-petit rayon.

Ces exemples ont été suivis par les autres pays où l'usage des chemins de fer est le plus généralement répandu. En Amérique, les courbes parcourues par les convois de voyageurs descendent très-fréquemment jusqu'à 100 mètres de rayon. En Allemagne cependant et même en Belgique, on s'est généralement tenu dans des limites plus élevées, qui varient aujourd'hui entre 4 et 500 mètres. Il paraît donc démontré que l'on peut revenir, sans aucun danger pour la sécurité publique, à des prescriptions légales moins rigoureuses. Avant d'entrer plus avant dans ce sujet si important, il pourra être utile d'examiner quels sont les dangers que présentent les courbes et les moyens employés pour résister à leurs effets.

§ 1.

DANGERS ET INCONVÉNIENTS DES COURBES.

De la disposition particulière des voitures de chemins de fer résulte, on l'a vu, que, dans le passage des courbes, la *roue extérieure* est obligée de glisser dans le temps même où elle tourne. Les essieux alors tendent à se briser, car l'effet de la courbure est de les entraîner dans une position convergente, bien qu'ils soient fixés de manière à rester parallèles. D'un autre côté, la force centrifuge, concourant avec d'autres causes, tend à presser le bourrelet des roues contre la face latérale des rails et à jeter les voitures hors de la voie.

Ainsi donc les dangers et inconvénients des courbes, déterminés par la fixité des roues et le parallélisme invariable des essieux, sont de quatre sortes :

1° Augmentation de résistance;
2° Usure des rails, et surtout des roues;
3° Chance de rupture des essieux;
4° Danger de sortir de la voie.

Augmentation de résistance. On n'a pas encore tenté des expériences assez positives sur ce point pour qu'il soit possible de déterminer exactement l'augmentation de résistance qui résulte de la présence des courbes, et comment cette augmentation varie d'après le rayon. Relativement à l'*usure*

des rails et des roues occasionnée par la présence des courbes, on ne possède pas non plus de mesure précise, parce que cette mesure ne peut être donnée que par les résultats comparatifs d'une pratique ordinaire, et que les expériences en petit ne peuvent procurer aucun fait concluant. Quant à la ***rupture des essieux***, on en cite plusieurs exemples par la seule influence des courbes à petit rayon, surtout quand ces courbes sont parcourues par des locomotives à six roues dont les essieux ***antérieur*** et ***postérieur*** sont plus éloignés l'un de l'autre que les deux essieux d'une locomotive à quatre roues. Des accidents de ce genre sont arrivés au chemin anglais de Grand-Junction à son point de réunion avec celui de Liverpool à Manchester, où les deux courbes de raccordement n'ont qu'environ 140 mètres de rayon. Ces accidents provenaient principalement de ce qu'on ne modérait pas assez la vitesse pour faire franchir ces courbes par les locomotives à six roues. Depuis, des précautions suffisantes ayant été prises, aucun accident de ce genre ne s'est plus reproduit. — Enfin, pour ce qui est de la ***sortie hors de la voie*** par l'effet de la force centrifuge, elle a lieu lorsque la vitesse est très-grande ou le rayon de courbure très-petit; les rebords de la roue peuvent monter sur les rails du grand rayon, et, rien ne s'opposant à la force centrifuge, les wagons sortent de la voie et sont même quelquefois renversés. — Ces accidents ne présentent aucun danger si, comme cela arrive quelquefois, une ou deux voitures seulement sortent de la voie et continuent à être entraînées en roulant sur le sol au lieu de rouler sur les rails; mais ils ont toujours des résultats désastreux lorsque la locomotive, et, par suite, le convoi tout entier, vient à sortir de la voie.

L'obligation de n'employer pour le tracé d'un chemin de fer que des courbes d'un très-grand développement a fait surgir presque à chaque pas, dans les régions un peu accidentées, et surtout dans les vallées étroites, des difficultés dont on ne triomphe qu'en s'imposant des dépenses considérables (1).

(1) On en jugera par le fait suivant que nous trouvons dans l'excellent ouvrage de M. Seguin aîné (*Influence des chemins de fer*), sous la direction de qui a été établie la ligne de Saint-Etienne à Lyon, remarquable par les difficultés nombreuses que les ingénieurs ont ren-

On conçoit dès lors l'intérêt qui devait s'attacher à la découverte d'un moyen quelconque qui, en résistant à l'effet des courbes à petit rayon, permît de les établir sans aucun danger pour la sécurité publique. Les inventions proposées ou employées pour atteindre ce but feront l'objet du paragraphe suivant.

§ 2.

DES MOYENS EMPLOYÉS POUR RÉSISTER A L'EFFET DES COURBES.

Parmi les moyens qui ont été proposés ou employés pour détruire l'effet des courbes, les principaux sont :

1° La conicité de la jante ;

2° La surélévation du rail extérieur ;

3° Le système de M. Laignel ;

4° Celui de M. Arnoux.

Nous allons examiner successivement le degré d'avantage et de praticabilité de ces différents moyens.

Conicité de la jante. Cette modification, aussi simple qu'ingénieuse, consiste à donner à la surface de la roue, primitivement cylindrique, une forme légèrement conique, et de laisser en même temps du jeu entre les rails et le collet saillant des jantes des roues, c'est-à-dire que la distance entre les faces intérieures des rails doit être plus grande d'environ 5 centimètres que la distance entre les faces externes des bourrelets qui terminent les jantes et qui retiennent les roues sur

contrées durant son exécution. Voici ce passage : « Si l'on considère surtout les augmentations de dépenses qui ont été la suite inévitable de la rectification du premier projet, où des courbes de 500 mètres ont été substituées à celles de 150 mètres et même de celles de 100 que nous avions d'abord adoptées, on ne sera pas étonné que les dépenses, évaluées d'abord à 8,000,000, se soient élevées jusqu'à 12..... Par suite de cette rectification dans le rayon des courbes, le nombre de *percements*, qui à cette époque ne devait être que de *six*, s'est trouvé porté à quatorze, formant une étendue de 4,000 mètres et qui ont coûté ensemble plus de 1,800,000 fr. : un grand nombre de points, qui dans le premier projet n'auraient présenté que peu de difficultés, sont devenus tout à coup de grands obstacles, tant par les sommes considérables qu'ils ont coûtées que par le temps qu'il a fallu pour les vaincre. »

les rails, ce qui donne à ces roues un jeu de 5 centimètres environ.

Lors donc que la voie est courbe, la roue qui est sur le côté extérieur de la courbe peut, en roulant sur la partie supérieure de la jante qui a le plus grand diamètre, parcourir sans glisser plus de chemin que l'autre roue, puisque le rayon du cercle de rotation de la roue extérieure augmente, tandis que celui de la roue intérieure se trouve sensiblement diminué. La force centripède, produite par le déplacement du centre de gravité du wagon, est alors parfaitement égale à la force centrifuge; de sorte que les voitures ne tendent plus à sortir de la voie et que le rebord des roues extérieures ne frotte plus contre le mentonnet du rail. — Cependant, pour que l'effet de cette utile modification soit suffisant, il faut que *la conicité de la jante soit proportionnée au rayon de la courbe* ainsi qu'*au diamètre des roues et à la largeur de la voie* (1). Mais cette conicité présente un grand inconvénient : celui d'engendrer sur presque toute la longueur du chemin ce mouvement ondulatoire transversal qu'on nomme *mouvement de lacet*, et qui soumet les voyageurs à un ballottement d'autant plus fatigant que les voitures se trouvent plus éloignés de la tête du convoi (2).

(1) « La conicité qui est toujours employée est généralement de 2 centimètres et demi, c'est-à-dire qu'il y a 2 centimètres et demi de différence entre les diamètres maximum et minimum de la roue aux deux extrémités de la jante, non compris le bourrelet... Avec cette conicité, des roues de $1^m,10$, comme les roues de diligences et les petites roues de locomotives, peuvent, sur une voie de la largeur ordinaire de $1^m,44$, parcourir sans glisser des courbes de 60 mètres de rayon, et avec la même conicité, des roues de $1^m,70$ de diamètre, comme les grandes roues des locomotives, peuvent, sur une voie de même largeur, parcourir de même sans glisser des courbes de 100 mètres de rayon » (M. Bineau, *Chemins de fer anglais*, p. 167).

Cette conicité pourrait encore être augmentée. Elle suffit cependant pour prévenir les glissements dans les plus petites courbes parcourues par les locomotives.

(2) Ce mouvement est encore augmenté sur les chemins dont la voie a été mal posée, ou dont le matériel est mal entretenu. L'expérience a prouvé que le mouvement de lacet diminue avec l'élargissement de la voie (*V.* plus loin).

Surélévation du rail. Si le frottement du bourrelet de la jante contre la face latérale du rail et la tendance à sortir de la voie n'étaient dus qu'à la force centrifuge, la surélévation du rail suffirait pour prévenir ces deux effets. Mais comme le frottement latéral et le déraillement dépendent de plusieurs autres causes, et entre autres de la dépression des rails et du mouvement de lacet provenant de la conicité de la jante, cette surélévation n'est pas toujours efficace, et plusieurs ingénieurs ne l'ont pas employée ; toutefois il est toujours prudent d'y avoir recours. — Le premier de ces moyens suffit pour détruire le glissement ; mais aucun des deux ne détruit entièrement le frottement latéral et ne prévient en rien la rupture des essieux. De sorte qu'en définitive aucun d'eux ne donne la possibilité de diminuer sensiblement le rayon des courbes.

Le *système de M. Laignel,* qui remonte aux premières années de l'exploitation des chemins de fer, a été adopté en Belgique et notamment pour relier le chemin de Bruxelles avec celui de Gand sans entrer dans la station. Ce système consiste à augmenter dans les courbes le rayon de la roue qui roule sur le rail extérieur, en faisant porter cette roue, non plus sur la partie plate de la jante, mais sur la saillie même du bourrelet. Les deux roues, attenantes à un même axe, roulent sur des jantes de rayon différent, de manière à engendrer le mouvement conique avec lequel on détruit le trainement des roues et l'action de la force centrifuge.

Ce moyen est ingénieux, et l'expérience en a démontré l'utilité, mais pour les cas seulement où il n'agit que pour une seule courbe d'un rayon déterminé : ce rayon est de 60 mètres environ. Ce moyen peut atteindre également son but dans des limites plus larges, dans des courbes de 90 à 100 mètres, comme l'ont démontré les expériences faites en Belgique par le conseil des ponts et chaussées ; mais alors les roues éprouvent un léger trainement. Il faudrait donc, sur les chemins où l'on se déciderait à appliquer ce système, établir toutes les courbes à peu près sur le même rayon. — En résumé, ce moyen paraît peu susceptible d'être appliqué sur une grande échelle aux railways à grande vitesse ; il ne fait que détruire le frottement auquel la conicité remédie assez bien, et ne s'oppose en rien au déraillement ni à la rupture des essieux. On pourrait cependant l'employer pour des embranchements, lorsque la disposi-

tion des lieux ne permettrait pas d'adopter des courbes de grand rayon : il suffirait de faire monter sur l'épaisseur du rail le rebord, considérablement élargi, de la roue extérieure. Toutefois cette modification dans la forme des roues pourrait occasionner des dépenses qui peut-être ne seraient pas en rapport avec les avantages du nouveau procédé, et c'est là sans doute ce qui explique pourquoi l'application n'en a pas encore été généralisée jusqu'ici (1).

On a essayé par divers autres moyens de se soustraire à la nécessité d'établir des courbes d'un grand rayon. Aucun de ceux qui ont été proposés n'a paru aussi susceptible d'une application sérieuse que le système des trains articulés de M. Arnoux, qui, aux termes de la loi du 5 août 1844, va être appliqué à un chemin d'essai établi de Paris à Sceaux.

§ 3.

SYSTÈME DES TRAINS ARTICULÉS DE M. ARNOUX.

Ce système a déjà été essayé sur une grande échelle, dans un vaste enclos situé près de Saint-Mandé. L'inventeur, ayant établi à ses frais un chemin de fer de plus d'un quart de lieue de long (1,142 mètres), et sur lequel se trouvaient à dessein réunis tous les obstacles qui peuvent se rencontrer dans le service des chemins de fer, pentes, contre-pentes, croisements de voies, lignes droites raccordées par des courbes à petit rayon, etc., convoqua pour assister à ses expériences l'Académie des sciences et les principaux ingénieurs des ponts et chaussées. Toutes les objections qui s'étaient d'abord élevées contre le système de M. Arnoux s'évanouirent dès que les expériences eurent été exécutées : on vit un convoi, composé d'une locomotive, d'un tender et de cinq voitures, surmonter avec succès toutes les difficultés accumulées dans ce court espace, s'engager dans un petit

(1) L'industrie des chemins de fer doit à ce même M. Laignel une foule d'inventions qui n'ont pas peu contribué à en assurer le succès. Elle lui doit surtout l'invention d'un nouveau frein beaucoup plus puissant que les anciens, ainsi que le moyen de rendre solidaires le tender et la locomotive, de manière à neutraliser les suites de la rupture d'un essieu.

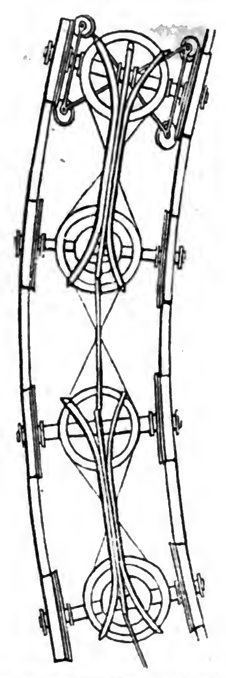


Fig. 6. **Plan des trains articulés du système de M. Arnoux.**

cercle de 18 mètres de rayon complétement fermé, lequel se rattachait au chemin principal par deux branches de courbes de 30 mètres de rayon, et parcourir ce cercle indéfiniment, et souvent à la vitesse de 3 à 4 lieues à l'heure. — Après des essais qui ont duré plusieurs années, occasionné une dépense de 230,000 fr., et pendant lesquels la distance parcourue a été de plus de 500 lieues, le système a été approuvé catégoriquement par l'Académie des sciences et par une commission composée d'ingénieurs des ponts et chaussées.

Un coup d'œil jeté sur la *fig.* 6 rendra parfaitement intelligible l'ensemble de ce système. On voit que les roues, au lieu d'être solidaires entre elles et avec l'essieu qui les porte, sont

indépendantes l'une de l'autre. De plus elles sont mobiles autour de la fusée des essieux, et les essieux eux-mêmes, étant aussi mobiles à leur centre, autour des chevilles ouvrières sur lesquelles repose le poids de la voiture, doivent toujours et inévitablement se placer perpendiculairement à la courbe parcourue. Le convoi tout entier est guidé par le premier essieu représenté à l'extrémité supérieure de notre figure : on y a fixé invariablement, et au moyen de quatre tiges rigides, un pareil nombre de roulettes ou galets inclinés, lesquels s'appuient par leurs bords contre les faces intérieures des rails, de manière à maintenir invariablemeut l'essieu dans une situation normale aux courbes sur lesquelles on se meut.

La *fig.* 7 complètera sous ce rapport les indications de la figure précédente ; elle représente le train du haut de la *fig.* 6 vu de face, avec les deux galets d'avant inclinés contre les rails. Plus haut, entre les roues, se voient l'essieu, les tiges qui y attachent les centres des galets et les roues mobiles autour des fusées de l'essieu, enfin l'about de la flèche qui réunit les deux essieux d'une même voiture, et les ressorts supportant le cadre, légèrement indiqué, de cette voiture.

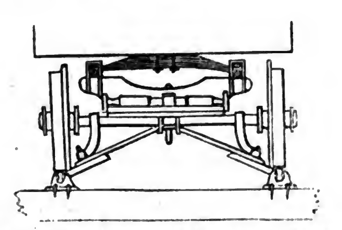


Fig. 7. Elévation du premier train vu de face.

Le second essieu est rendu solidaire avec le premier par le moyen d'une couronne concentrique à la cheville ouvrière, fixée sur chacun d'eux ; une double chaîne ou courroie croisée embrasse ces deux couronnes, de diamètres égaux, et communique le mouvement d'un essieu à l'autre, de sorte qu'ils tendent toujours à converger vers le centre de la courbe que décrit la voiture à laquelle ils appartiennent. Cette disposition des deux couronnes et des tiges croisées qui les réunissent est

représentée sur la *fig*. 6. Dans la suivante on peut voir, par la tranche, la couronne du premier essieu et l'extrémité de la flèche.

Le mode de liaison adopté par M. Arnoux pour relier entre elles les diverses voitures d'un même convoi est des plus ingénieux. Cet habile inventeur, ayant remarqué que, lorsqu'un convoi quitte la direction en ligne droite pour adopter le mouvement curviligne, la flèche du premier train décrit un angle double de celui que décrivent le second et le troisième essieu, a imaginé d'appliquer au profit de son système le fruit de cette observation. Il fixe donc à la flèche du premier train une couronne d'un diamètre moitié moindre que celle du premier essieu de la seconde voiture, laquelle communique son mouvement à la première par des tiges croisées, et concentrique à celle de l'essieu, mais mobile seulement avec la flèche, tandis que la grande couronne dépend uniquement de l'essieu.

Quant aux chevilles ouvrières de l'essieu d'arrière d'une voiture et de l'essieu d'avant de la suivante, elles sont réunies par des timons rigides articulés qui seuls exercent des efforts de traction pour la marche du convoi, en déchargeant de cette fonction les chaînes de communication du mouvement.

Tel est, en résumé, le mécanisme sur lequel repose le système de M. Arnoux. Le problème que s'était proposé cet inventeur peut être considéré comme résolu en principe : les expériences de Saint-Mandé ne peuvent laisser subsister aucun doute sur ce sujet. Cependant, pour faire apparaître à tous les yeux les résultats utiles de cette belle invention, pour lui donner une consécration complète,il fallait en faire une application usuelle et économique. C'est ce qu'a demandé et obtenu l'inventeur, auquel les chambres ont accordé l'autorisation de construire un chemin de fer sur lequel il pourrait appliquer son système. Ce chemin se construit en ce moment et se dirige de Paris sur Sceaux par les coteaux de Bourg-la-Reine : la disposition du terrain rendra nécessaire l'établissement de plusieurs courbes à petit rayon, et permettra par conséquent de faire un emploi utile du système de voitures à trains articulés.

Si, comme tout autorise à le croire, l'emploi de ces voitures ne fait surgir aucune difficulté imprévue, un grand pas sera fait dans l'art de la construction des chemins de fer; il sera permis d'adopter pour le tracé les règles les plus larges et les

plus économiques, car la question des fortes pentes se trouvera par le fait implicitement résolue dès qu'il sera établi qu'on peut franchir rapidement et sans danger des courbes à petit rayon.

En résumé, il est établi par le rapport de l'Académie des sciences et celui de la commission des ponts et chaussées :

Que dans ce système la résistance est la même sur les parties droites et sur les parties courbes du chemin et que la convergence des essieux est la condition indispensable d'un bon service de locomotion sur les rails courbes.

Que dans les voitures des trains articulés on ne ressent pas d'une manière marquée ce *mouvement de lacet*, aussi incommode pour le voyageur que destructeur pour le système de la voie.

Que les voitures Arnoux, permettant d'élargir sans augmentation de résistance la voie ou la distance des rails, pourront avoir par cela même une plus grande stabilité que celles dont on fait usage aujourd'hui.

D'après ces avantages, il est incontestable que si l'application usuelle de ce système sur le chemin de fer de Sceaux ne fait pas surgir quelque difficulté imprévue, le nom de M. Arnoux ira se placer très-honorablement à côté des noms des hommes qui ont le plus contribué aux grands perfectionnements de la science des chemins de fer.

CHAPITRE V.

DU NOMBRE DE VOIES ET DE LEURS DIMENSIONS.

Du nombre de voies. — De l'élargissement de la voie. — De ses avantages et de ses inconvénients. — Des parties accessoires de la voie.

Les deux barres de fer parallèles dont se compose un chemin de fer forment ensemble ce que l'on appelle en anglais *way*, chemin, voie, d'où vient le mot de *railway*, généralement adopté aujourd'hui comme exprimant mieux que le terme assez *vague* et parfaitement inexact de *chemin de fer* l'ensemble de construction qui constitue les voies nouvelles.

Nous aurons à traiter dans ce chapitre des différentes questions qui se rapportent à la voie, considérée isolément et en elle-même, telles que leurs dimensions et celles des parties principales qui en dépendent.

§ 1.

DU NOMBRE DE VOIES.

La plupart des chemins anglais, destinés à une circulation active et rapide, sont construits à deux voies; un très-petit nombre est à une voie. — Les chemins de fer américains, construits dans des conditions très-économiques et à travers des contrées à moitié désertes, n'ont généralement qu'une seule voie. Il en est de même en Prusse et en Autriche, où les chemins à deux voies constituent l'exception. — En Belgique, les chemins de fer de l'Etat ont été d'abord construits à une seule voie, c'est depuis quelques années seulement qu'une seconde voie a été ajoutée; et encore existe-t-il, à l'heure qu'il est, un certain nombre de sections qui ne possèdent qu'une simple voie, bien que tous les ouvrages d'art, tels que ponts, aqueducs, viaducs et tunnels, aient reçu les dimensions nécessaires à l'établissement prochain de la seconde voie. « C'est par cet intelligent système d'économie pratique, dit un savant ingénieur (M. Vallée, *Exposé général des études du chemin de fer de Paris à Lille*), que ce pays est parvenu à compléter, en peu d'années et à peu de frais, son magnifique réseau de routes en fer. »

Le nombre de voies est ordinairement déterminé par l'importance de la circulation; c'est ainsi que sur un chemin où s'opère journellement une circulation très-active on établit une double voie afin d'assurer d'autant mieux la régularité de l'exploitation. Cependant les ingénieurs sont loin d'être unanimes sur la nécessité d'une double voie, même pour les chemins de fer destinés à une circulation active et rapide. On en jugera par les lignes qui vont suivre, empruntées à M. Vallée, ingénieur en chef, chargé pour le compte du gouvernement des études du chemin de fer du Nord.

« On se figure généralement, dit-il dans l'ouvrage (p. 172) que nous venons de citer, que sur un chemin à deux voies (l'une étant consacrée aux convois qui se dirigent dans un sens et l'autre à ceux qui vont en sens contraire) jamais un convoi ne gêne le passage d'un autre convoi. C'est une erreur.

» Il y a sur un chemin de fer trois sortes de convois : les premiers sont ceux des voyageurs allant à grande vitesse (36 kilomètres, soit 9 lieues à l'heure); les seconds sont ceux qui

s'arrêtent devant les nombreux bureaux ou stations, échelonnées le long de la route, et où les voyageurs sont libres de monter et descendre : ce sont les convois à petite vitesse ; les troisièmes enfin sont ceux qui conduisent les marchandises, lesquelles, pour l'économie des dépenses de locomotion, ne parcourent guère plus de 20 kilomètres ou 5 lieues à l'heure. Il résulte de là que pour un chemin de fer, comme celui de Paris à Lille, supposé fait, tous les convois de voyageurs partant à midi, par exemple, avec la grande vitesse, ne tarderont pas à dépasser tous les convois de marchandises et tous les convois à petite vitesse, partis avant midi. Il faut donc que les points où les convois se dépassent soient pourvus de gares d'évitement, c'est-à-dire de doubles voies d'une petite longueur que chaque convoi parcourt isolément. — Or il est évident qu'au moyen de ces gares tout le service peut être fait avec une seule voie. Avec cette voie et des gares d'évitement sagement réparties, on satisfera largement et pour bien des années aux besoins de la circulation. »

L'exactitude de ce fait se trouve démontrée par l'expérience de différents chemins d'Angleterre, de Belgique, d'Allemagne et des Etats-Unis, où le service, qui a lieu sur une seule voie, se fait avec promptitude et régularité. Aussi plusieurs ingénieurs avaient-ils proposé de n'établir d'abord qu'une seule voie sur le réseau français, en attendant, pour poser la seconde, que l'achèvement ultérieur des travaux ait laissé des capitaux disponibles. Tout en faisant pour deux voies les achats de terrains et les ouvrages d'art, ponts, tunnels, viaducs, on eût ajourné la pose de la seconde voie, ce qui, au prix actuel du fer en France, eût diminué la dépense d'environ 80,000 francs par kilomètre. Malheureusement ce système, dicté par les vrais principes d'une sage économie, n'a pas été adopté.

Pendant quatre années, le chemin de fer belge a transporté six millions de voyageurs avec une vitesse de huit lieues à l'heure, avec une seule voie et sans autres gares d'évitement que celles des stations. En Allemagne et aux Etats-Unis, les chemins de fer n'ont généralement qu'une seule voie, et le service cependant s'y fait avec promptitude et régularité. L'expérience en France a également démontré l'exactitude de ce fait : les chemins de fer de la Loire et du Gard, établis à simple voie, n'ont donné lieu à aucun accident; celui de Saint-Ger-

main, établi d'abord à simple voie, a pu suffire, pendant plus d'une année, aux exigences d'une circulation dont aucun chemin de fer n'avait encore offert l'exemple.

Il est vrai que la circulation sur une seule voie présente quelques inconvénients et peut occasionner de temps en temps quelques minutes de retard; mais ce désagrément eût été largement compensé par l'avantage considérable pour la France de jouir plus promptement et plus généralement du bienfait des chemins de fer.

§ 2.

DE L'ÉLARGISSEMENT DE LA VOIE.

La largeur d'un chemin de fer se compose du degré d'écartement des deux barres parallèles qui forment la voie, de la distance laissée entre les deux voies et de l'espace réservé aux accotements, et, dans les tranchées, des mêmes éléments, plus la largeur du fossé destiné à l'écoulement des eaux.

Largeur de la voie. La largeur de la voie sur les chemins de fer est ordinairement de 1 mètre 44 centimètres (4 pieds 8 pouces anglais) entre les faces intérieures des rails. Cette largeur a été ainsi fixée dans l'origine, par analogie avec la largeur de voie des voitures ordinaires et sans prévision de celle que pourraient exiger plus tard les besoins de locomotives à grande vitesse, qui, à cette époque, n'étaient pas encore connues.

Depuis quelques années on a donné à beaucoup de chemins de fer des dimensions plus considérables. Voici quelle est la largeur de voie donnée aux principaux d'entre eux.

Chemin de Londres à Yarmouth.	1m,52
— de Dundée à Forfar (Ecosse).	1m,68
— de fer d'Irlande (d'après le projet).	1m,80
— de St-Pétersbourg à Zarshoë Selo (Russie)	1m,83
— de fer de Hollande.	1m,93
— du Great-Western et de Bristol à Exeter. .	2m,13 (1)

(1) Cet élargissement considérable et jusqu'ici sans exemple est, comme on voit, de moitié en sus de la distance usitée. Il a eu pour effet d'augmenter d'un sixième environ le degré de vitesse, si considérable déjà, réalisé sur les chemins de fer anglais. La *vitesse moyenne* sur le Great-

Toutefois l'Amérique, la Belgique (1) et l'Allemagne continuent à adopter la largeur de l'ancienne voie anglaise (1m,44). Cette largeur de voie est aussi celle qui a été fixée par l'administration des ponts et chaussées en France.

Il nous reste à examiner ici quels peuvent être les avantages que l'on se propose d'obtenir par l'effet de l'élargissement de la voie et quels en sont les inconvénients.

Avantages et inconvénients de l'élargissement de la voie. L'élargissement de la voie a pour objet.

1° De permettre au mécanicien de *visiter et réparer plus aisément les diverses parties de sa machine, d'en accroître les dimensions* et conséquemment la puissance et la vitesse. Depuis l'invention des machines locomotives, leurs dimensions et leur puissance ont toujours été croissant de telle sorte, que leur mécanisme se trouve maintenant à l'étroit dans le court espace où il se trouve resserré. Il en résulte de grands inconvénients pour la construction et surtout pour la surveillance et les menues réparations. D'un autre côté, ce défaut d'espace s'oppose à ce qu'il soit donné aux locomotives les grandes dimensions, à l'aide desquelles la circulation habituelle pourrait atteindre des vitesses bien supérieures encore à celles que ces machines parviennent à réaliser aujourd'hui.

2° De permettre l'*agrandissement du diamètre des roues*, en conservant la même stabilité latérale. Quelques explications succinctes établiront parfaitement l'intelligence de ceci. — Dans les locomotives actuelles le mouvement des pistons, ainsi que nous le verrons plus loin, se transmet aux roues motrices sans le secours d'aucun engrenage, c'est-à-dire que les roues font un tour pour chaque révolution complète de la manivelle des pistons. Il en résulte que la vitesse du piston, laquelle

Western et sur le chemin de Bristol à Exeter est de 12 à 14 lieues à l'heure, tandis qu'elle ne dépasse jamais 10 à 12 lieues sur les autres chemins (*V.* MM. Perdonnet et Polonceau, *Portefeuille de l'ingénieur de chemins de fer,* p. 5). Ce chemin a été construit par M. Brunel, entrepreneur des travaux du tunnel sous la Tamise.

(1) Le chemin de fer d'Anvers à Gand, construit récemment par M. de Ridder, se trouve cependant dans des conditions tout à fait exceptionnelles. — La largeur donnée à la voie est de 1m,10 seulement. Cette voie est simple.

croît avec la vitesse même des convois, est de beaucoup supérieure à celle qui lui convient. Cet excès de vitesse détériore rapidement le mécanisme. Il n'est qu'un moyen d'éviter cette détérioration, c'est d'augmenter le diamètre des roues, ce qui ne peut se faire sur une échelle suffisante à moins d'augmenter la largeur de la voie. — Avec la voie ordinaire de 1^m,44, les roues motrices de la locomotive ont d'abord eu 1^m,52 de diamètre, puis on leur a donné 1^m,68, quelquefois même 1^m,75. La voie de 1^m,60 de largeur permettrait de porter, sans aucun danger, à 1^m,90 et même à 2 mètres le diamètre de ces roues.

Enfin 3° de donner la possibilité d'*abaisser le centre de gravité des diligences et des wagons*. Les diligences ayant une largeur plus considérable que la voie ordinaire, il est impossible de donner à leurs roues un diamètre suffisant. On est donc obligé, comme en Angleterre, d'élever au-dessus des roues le plancher de la caisse des diligences, ce qui, plaçant le centre de gravité trop haut, augmente considérablement les secousses ainsi que l'oscillation des voitures, ou de faire comme en Belgique, où les roues sont logées dans une entaille de ce plancher, ce qui est incommode pour les voyageurs. — Si la voie était considérablement élargie, on pourrait loger la caisse entre les roues, ce qui ferait disparaître tous ces inconvénients; mais il faudrait pour cela donner à la voie 1^m,90 de largeur, ce qui augmenterait considérablement les frais d'établisssement des chemins de fer.

Tels sont les avantages principaux qui résulteraient de l'élargissement de la voie; les inconvénients sont une augmentation de dépense et une plus grande difficulté à franchir les courbes de petit rayon.

On a plusieurs fois agité la question de savoir s'il conviendrait d'augmenter la largeur de la voie dans la construction du système de chemins de fer adopté en 1842 par les chambres.

La largeur de 1^m,90, qui permettrait de placer la caisse des voitures entre les roues, nous paraît impossible à réaliser, parce qu'en France, où les chemins de fer doivent être établis, avant tout, dans des conditions économiques, ce système aurait l'inconvénient d'augmenter considérablement la dépense. — Resterait à choisir entre la voie habituelle de 1^m,44 et de 1^m,60. Plusieurs ingénieurs d'un grand talent se sont attachés à développer les avantages que l'adoption de cette dernière largeur pré-

senterait dans l'ensemble du réseau projeté. Elle améliorerait les conditions du mécanisme, et permettrait d'augmenter sensiblement la vitesse sans occasionner une grande augmentation dans les frais d'établissement. Toutefois, rien n'annonce la probabilité d'un changement dans la fixation de la largeur de voie qui a jusqu'ici le plus généralement prévalu.

§ 3.

DES PARTIES ACCESSOIRES DE LA VOIE.

Les parties accessoires de la voie se composent : 1° de l'entre-voie, 2° des accotements, et 3° des fossés.

L'*entre-voie* est, comme son nom l'indique, l'espace compris entre les deux voies d'un chemin de fer. Sa largeur doit être assez grande pour que les voitures qui circulent sur les deux voies puissent passer les unes auprès des autres sans se choquer. Sur le plus grand nombre des chemins de fer de France, d'Allemagne et de Belgique, cette largeur est de $1^m,80$. Les chemins anglais présentent ordinairement des dimensions plus considérables. Sur le chemin de fer de Bristol, construit par M. Brunel, l'entre-voie est de $1^m,88$; elle est de $1^m,92$ sur celui de Londres à Birmingham (1). Sur le chemin de Saint-Etienne à Lyon, la largeur de l'entre-voie n'étant que d'un mètre, on a été obligé de donner aux voitures une longueur très-incommode, et de faire porter la caisse sur deux trains séparés.— La largeur de l'entre-voie est plus grande sur le chemin de Liverpool à Manchester. Elle est de $1^m,55$; mais l'expérience a démontré l'insuffisance de cette largeur, et tous les chemins de fer de quelque importance construits depuis l'ont portée à $1^m,80$, quelquefois même à $1^m,90$.

Des accotements. On désigne par ce mot l'espace compris entre les faces extérieures des rails extrêmes et l'arête extérieure du chemin. La largeur des accotements varie, ainsi que l'inclinaison des talus, avec la nature des terrains; elle doit

(1) Sur le chemin de fer de Bruxelles à Mons et à la frontière française, la largeur de l'entre-voie s'élève à $2^m,50$; mais cette dimension n'a été donnée qu'afin de pouvoir, au besoin, augmenter la largeur de la voie.

être d'autant plus grande que le sol est plus mauvais. C'est ainsi que sur un remblais en terrain ordinaire elle devra avoir 50 centimètres au moins de plus que dans les tranchées. Lorsque le terrain est marécageux, c'est au contraire dans les tranchées qu'elle doit être plus grande. Dans certains terrains de ce genre, elle est de 3 mètres en tranchée et de 1 m. 50 à 2 mètres en remblais. Cette largeur est nécessaire, pour que l'ébranlement produit par le passage du convoi ne puisse pas déterminer aussi facilement des éboulements, et pour que, dans le cas où ces éboulements auraient lieu, les voies ne puissent être entraînées ou couvertes aussi facilement. — Dans les souterrains et quelquefois sur les ouvrages d'art, on diminue la largeur de l'accotement, afin de réduire la dépense. Les eaux s'écoulent alors par un fossé ou par un aqueduc placé au milieu. Cependant une trop grande réduction de la largeur des accotements dans les souterrains peut exposer les voyageurs à de sérieux accidents. — La largeur prescrite par l'administration des ponts et chaussées est de 1 mètre en déblai, en souterrain et sur les ponts, et de 1 m. 50 en remblai, largeur prise entre la face des rails extrêmes et l'arête extérieure du chemin.

Des fossés. Les fossés qui bordent les chemins de fer ont pour but de faciliter l'assèchement de la chaussée, en donnant écoulement aux eaux pluviales et à celles des sources qu'on rencontre souvent dans les tranchées. Ils servent aussi à limiter la propriété du chemin, relativement aux propriétés riveraines. Les fossés doivent être établis sur le sol même qui appartient au chemin, et leur surface doit être calculée par conséquent sur l'étendue du terrain, dont l'acquisition est nécessaire pour livrer passage au railway.

Dimensions des fossés. Les dimensions des fossés doivent être naturellement proportionnées avec la quantité d'eau qu'ils sont destinés à recevoir. Les fossés doivent avoir une grande capacité dans les tranchées longues et profondes, où ils reçoivent non-seulement l'eau provenant de la voie, mais encore celle qui coule sur les talus. Quant à leur profondeur, elle doit être plus grande dans les terrains humides que dans les terrains ordinaires, afin d'augmenter la hauteur de la partie desséchée qui sépare la voie du terrain humide; car, si les trépidations venaient se transmettre à ces terrains, les rails se trouveraient

exposés à de perpétuels dérangements. Dans tous les cas, leur profondeur doit être calculée de manière à ce que le fond se trouve un peu en dessous de la base de la couche de sable ou de pierres concassées formant la chaussée, laquelle doit être aussi sèche que possible.

Les fossés doivent être dégorgés aussi souvent que le nécessite leur capacité et que le permettent les localités. On y parvient au moyen de l'établissement, de distance en distance, des puits absorbants ou puisards. En général il est toujours de la plus haute importance de préserver tous les ouvrages d'un chemin de fer, et notamment la voie, du contact des eaux, soit souterraines, soit pluviales, et l'on ne doit rien épargner pour atteindre ce but.

DEUXIÈME PARTIE.

DE LA CONSTRUCTION DES CHEMINS DE FER.

C'est le propre de l'esprit humain de n'être jamais satisfait de ses œuvres, de tendre sans cesse au mieux, de viser à une perfection qu'il ne lui est cependant jamais donné d'atteindre entièrement. Quelle que soit la carrière où il se trouve engagé et les phases diverses qu'il ait à parcourir, jamais il ne s'arrête : une impulsion mystérieuse, un sentiment indéfinissable, mélange d'inquiétude et d'ambition, le poussent en avant et semblent le condamner, comme l'a été le Juif errant de la légende, à un éternel voyage.

Et, qu'on le remarque bien, les pérégrinations de l'esprit humain dans le champ de la pensée ne demeurent point stériles : plus intense est le travail auquel se livrent les facultés de l'homme, plus élevée aussi est la somme de jouissances qu'il peut acquérir. Toujours sa récompense se proportionne à l'activité de son labeur. Voyons donc quels pourront être les avantages que les moyens actuels de locomotion et l'art de la construction des chemins de fer retireront des perpétuelles recherches de l'esprit humain.

On sait combien s'est agrandie, depuis moins d'un demi-siècle, la carrière ouverte à son activité, et combien de nouveaux filons, dont on soupçonnait à peine l'existence, ont été découverts dans cette mine inépuisable. L'esprit humain, en se servant comme d'une boussole de la méthode expérimentale de Bacon, a pu s'orienter et se diriger avec certitude dans le domaine des sciences positives : la physique, la chimie et la mécanique, naguère encore dans l'enfance, ont grandi tout à coup et pris une nouvelle vie sous l'impulsion puissante des grandes découvertes de quelques hommes de génie.

Aujourd'hui cependant il s'agit bien moins de chercher des formules nouvelles que de perfectionner celles qui existent déjà. Aussi notre siècle marquera-t-il dans l'histoire des sciences plutôt comme une époque d'application que comme une épo-

que de théorie pure. C'est que les lois générales qui régissent le monde physique étant trouvées, l'humanité n'a plus d'autre mission que de s'en servir pour conquérir le monde matériel et ranger sous sa puissante domination les grandes forces de la nature. Quand de même elle aura réussi à découvrir toutes les lois qui régissent le monde social, qu'elle sera parvenue à déterminer d'une manière équitable la répartition des avantages que lui procurent ses conquêtes matérielles, ce grand travail d'élaboration qui agite aujourd'hui les sociétés et dont l'objet est de procurer à chacun une part légitime dans les biens de la terre, ce travail se trouvera achevé, et l'humanité pourra marcher d'un pas plus ferme à de meilleures destinées.

Cette civilisation nouvelle, ce *novus ordo* qui se prépare et vers lequel le monde moderne se trouve irrésistiblement entraîné, n'aura pas d'auxiliaire matériel plus usuel et plus puissant que les grandes inventions qui se sont opérées, ou qui tendent à s'opérer encore dans le domaine des sciences mécaniques ; car toutes ces inventions tendent vers un seul et même but : l'accroissement du bien-être et des jouissances de l'humanité, l'amélioration de la condition physique et morale des classes travailleuses.

Si en effet nous jetons les yeux autour de nous, partout nous verrons les éléments de la vieille civilisation se transformer entièrement et prendre une physionomie nouvelle ; nous verrons les esprits renoncer avec joie aux émotions des batailles, aux enivrements de la victoire, pour s'adonner plus exclusivement aux grands travaux de l'industrie (1). La lutte contre l'élé-

(1) Que l'on nous pardonne de rapporter ici une anecdote assez triviale, mais caractéristique. — Un vaisseau, après s'être fourvoyé dans sa route, avait fait naufrage sur une terre inconnue. Les gens de l'équipage, avant de s'aventurer dans l'intérieur du pays, cherchèrent à en connaître les habitants. L'un d'eux voit une potence dressée, et il s'écrie : « C'est un pays civilisé. » De nos jours, il apercevrait certainement une cheminée de machine à vapeur au lieu d'un gibet. — Remarquez la différence des temps : lorsque l'esprit de guerre dominait dans le monde, on multipliait les instruments de mort, on les plaçait en évidence. Aujourd'hui que l'esprit de paix règne à peu près sans partage, on généralise, on perfectionne ceux qui rendent la vie plus aisée et plus douce.

ment féodal, terminée en 1830, a laissé le champ libre aux classes laborieuses, reléguées au second rang, alors que le pouvoir appartenait à une caste privilégiée, vouée par goût ou par traditions de famille au métier des armes, dédaigneuse et fière pour tout ce qui n'était pas elle. Aujourd'hui le travail et l'intelligence sont les plus sûrs moyens d'arriver à la fortune, au sommet de l'échelle sociale; le travail est devenu la loi commune de toutes les classes de la société, le but de l'existence chez tous les peuples civilisés. C'est une ère nouvelle qui s'élève sur les vieux débris de la féodalité et qui vient renverser cette odieuse doctrine de l'inégalité spirituelle et morale que la civilisation flétrit et que la loi bienfaisante du christianisme n'avait pu extirper encore du sein de nos sociétés.

Tous les efforts se sont tournés vers l'industrie, parce que c'est d'elle surtout qu'on peut attendre le progrès : c'est elle qui donnera les moyens de satisfaire aux besoins nouveaux de l'humanité, besoins qui deviennent de jour en jour plus nombreux, et s'étendent davantage à mesure qu'un nouveau progrès de la civilisation vient agrandir la sphère d'activité de l'espèce humaine. Développée sous mille aspects divers, l'industrie a créé de nombreuses inventions qui ont amené d'autres découvertes, lesquelles amèneront à leur tour d'autres découvertes plus parfaites encore. Partout une ardeur salutaire a saisi les esprits; chacun se met à l'œuvre et veut contribuer à la réalisation de perfectionnements nouveaux. Partout surgissent de hardis systèmes qui ne tendent à rien moins qu'à transformer entièrement l'industrie, et à lui communiquer, sous leur impulsion, une marche progressive et ascendante dont il n'est pas possible encore de prévoir la durée et l'issue. Sans doute que dans ce grand nombre d'inventeurs il en est qui suppléent par la pompe de leur langage au néant de leurs idées, et d'autres, hommes d'imagination, mais dépourvus de connaissances solides et de vraie science, qui croient créer et découvrir, et dont les idées, frêles bulles de savon, s'évanouissent au premier souffle de la pratique et de l'expérience. Mais ces écarts mêmes ont leur utilité. Ils avertissent les hommes d'étude et de méditation des écueils qu'il faut éviter, et peut-être même ont-ils pour effet de les stimuler davantage à la recherche de la lumière et de la vérité.

Dès que furent entrevus les merveilleux résultats que l'in-

vention de la vapeur promettait à l'humanité, l'admiration et l'enthousiasme éclatèrent de toutes parts. Des hommes spéciaux, entraînés en grand nombre dans cet élan, se consacrèrent entièrement dès lors à l'extension de la nouvelle industrie et aux applications qu'on pouvait lui donner. De là les progrès nombreux obtenus de nos jours dans le perfectionnement des moyens d'exécution, la substitution aux instruments usités d'autres instruments plus actifs et plus puissants; de là aussi la création d'industries nouvelles, et auxquelles, dans l'économie de nos destinées, le plus brillant avenir paraît réservé. Mais de toutes ces nouvelles créations des arts industriels, il n'en est point qui ait exercé aussi puissamment l'imagination des inventeurs que celle des chemins de fer. C'est qu'aussi ces voies ont été l'œuvre la plus étonnante de notre époque : voyager et se déplacer avec des vitesses cinq et six fois plus considérables que par les moyens ordinaires, c'était là un des faits les plus propres à remuer toutes les intelligences et à stimuler l'esprit inventif des savants et des praticiens. Aussi tous ont-ils rivalisé de zèle et d'ardeur pour porter l'invention nouvelle à son dernier degré de perfectionnement, tous ont voulu s'attirer une part de la reconnaissance des peuples en appliquant aux chemins de fer des améliorations susceptibles d'augmenter encore la somme des bienfaits que l'humanité en retirait déjà. La vapeur même a été jugée insuffisante. L'on a cherché à faciliter les applications d'autres éléments, d'autres *pouvoirs* qui, plus puissants encore et moins dispendieux, paraissent destinés à opérer, dans un avenir peut-être prochain, une des révolutions les plus étonnantes dont l'histoire du progrès humain ait encore fait mention.

Des observations rigoureuses, fondées sur les principes les plus certains de la science, ont attesté en effet que le règne de la vapeur ne peut être que temporaire(1) : on a remarqué qu'une faible partie seulement du calorique employé à réduire l'eau en vapeur peut s'utiliser pour la production de la force que les

(1) Il sera traité à la fin de cet ouvrage des différents systèmes qui, tels que ceux mus par l'*air atmosphérique,* l'*air comprimé,* le *carbone* et l'*électricité,* tendent à se substituer entièrement au système actuel des chemins de fer.

machines dépensent au service de l'industrie, de sorte que la plus grande partie de ce calorique s'échappe sans produire aucun effet utile. Ainsi l'on est constamment obligé, dans les machines à feu, de rejeter dans l'air ou de condenser avec de l'eau froide la vapeur dont on s'est servi : d'où résulte une déperdition considérable de chaleur. — Or, l'expérience a pleinement démontré aujourd'hui qu'il faut beaucoup moins de calorique pour élever un gaz permanent à un certain degré de tension qu'il n'en faut pour obtenir le même résultat avec de la vapeur d'eau. La question du bon marché, appliquée à l'industrie, ayant de nos jours une vraie portée sociale, il est évident que l'emploi de la vapeur, de cet agent si coûteux, sera abandonné dès que seront trouvés les moyens de maîtriser et d'utiliser soit l'air atmosphérique, soit tout autre fluide gazeux dont l'usage serait aussi économique.

Nous verrons plus loin que des essais en grand ont déjà confirmé les savantes théories par lesquelles on a été conduit à ces observations.

Mais ce n'est pas seulement les machines qui produisent la vitesse sur nos chemins de fer que le génie industriel prétend améliorer. Déjà l'esprit de perfectionnement s'est emparé des éléments mêmes de la construction du chemin : une machine nouvelle, que meut la vapeur, remplace avec avantage les milliers d'ouvriers que l'on employait naguère au creusement des tranchées (1). D'énormes masses de terres et de roches sont

(1) Cette machine est l'*Excavateur américain*, introduit en Europe vers la fin de 1843, et que l'on a appliqué avec un succès décisif aux terrassements des chemins de Londres à Yarmouth (*Eastern-Counties*), de Paris à Lille, de Rouen au Havre, etc. C'est à proprement parler une grue locomobile remplissant pour la terre ferme les fonctions du bateau dragueur. A l'arrière de l'appareil, et en contre-poids de la tête de la grue et des terres à enlever, est disposée la machine à vapeur et ses accessoires, ainsi que le treuil et ses divers engrenages. Le tout repose, au moyen de fortes roues, sur d'épais madriers recouverts d'une bande de fer et faisant fonction de rails.

La puissance de cette machine est ordinairement de 18 à 20 chevaux. Elle fait disparaître toute espèce d'obstacle, sauf les rochers où il faut faire jouer la mine, mais qui sont également inaccessibles aux terrassiers ordinaires. Les pierres, qui se rencontrent dans le sol, ne portent aucun

extraites et déplacées avec une rapidité qui ne peut être égalée que par l'extrême économie avec laquelle ce résultat s'obtient. Quelques efforts encore, et nul doute que l'on n'arrive bientôt à établir des voies qui, par leur consistance et leur élasticité, atténueront les secousses que les véhicules éprouvent dans leur course, et réduiront considérablement la détérioration des roues et des rails. De ce moment, l'on aura porté l'art, si imparfait encore, de la construction les chemins de fer à un degré de perfection en rapport avec les besoins que les voies nouvelles sont appelées à satisfaire : c'est-à-dire l'économie dans les frais d'établissement et dans ceux d'exploitation.

Les défauts essentiels de la construction actuelle des chemins de fer sont le manque de stabilité de la voie et sa prompte détérioration. Le premier provient du manque de cohésion du fer et du défaut d'élasticité de cette matière; le second, de l'imperfection des moyens d'assujettissement de la voie de fer sur le sol.

Cet état d'infériorité de la partie la plus importante de la construction des chemins de fer n'a rien qui doive nous surprendre. Un chemin de fer n'est point, en effet, une construction simple, ayant, comme un canal ou une route ordinaire, un objet bien déterminé à remplir; c'est au contraire une construction qui doit se combiner avec les exigences d'un moteur nouveau, d'une puissance sans limites, et auquel l'expérience de chaque jour peut amener des modifications importantes. Pour qu'il y eût harmonie entre les deux parties bien distinctes dont se compose un railway, le moteur et sa surface roulante, il serait nécessaire d'établir entre elles une action réciproque, de telle manière, que les améliorations de l'une déterminassent aussitôt les perfectionnements de l'autre. Mais une telle connexion est presque impossible à établir. Aussi, tandis que les machines locomotives ont marché de perfectionnements en perfectionnements, l'art de la construction des chemins de fer est-il resté stationnaire, sans avoir fait un seul pas depuis ce temps, où de lourds chariots informes se mou-

obstacle aux fonctions de l'appareil. Le travail effectué s'élève, en moyenne par jour, à 1,000 mètres cubes de terrassement. C'est le travail de cent ouvriers.

vaient péniblement sur leurs rails, avec une vitesse de beaucoup inférieure à la vitesse ordinaire des moteurs animés.

Par suite des propriétés particulières des machines locomotives, propriétés que nous examinons plus loin, le problème à résoudre serait d'obtenir une voie solide, peu susceptible de détérioration, et dont le prix serait restreint dans des limites peu élevées : il faudrait trouver les moyens de combiner une nature de rails forts, élastiques et légers, et dont les soutiens, très-rapprochés les uns des autres, seraient établis sur des corps pourvus au plus haut degré possible de toutes les conditions d'élasticité. Il est une matière qui possède à la perfection ces différentes qualités, c'est l'acier fondu ; mais son prix élevé (1) est une barrière presque insurmontable à son application usuelle. Déjà, cependant, plusieurs hommes savants et éclairés ont entrevu la possibilité de livrer cette matière au commerce à un prix de beaucoup inférieur à celui qu'elle coûte aujourd'hui, et il n'est pas impossible que leurs recherches amènent bientôt quelque découverte qui porterait la construction des chemins de fer à son dernier point de perfection. Qui pourrait prévoir en effet les miracles que réalisera un jour l'industrie, et déterminer les bornes devant lesquelles doit s'arrêter l'esprit humain ?...

C'est assez dire que d'un jour à l'autre le matériel des chemins de fer et les chemins de fer eux-mêmes subiront une complète transformation ; qu'ils seront accessibles aux contrées même les plus pauvres, et que les transports s'y effectueront avec une vitesse, une facilité et une économie aussi supérieures à celles que l'on obtient aujourd'hui, que les moyens dont nous nous servons maintenant sont supérieurs à ceux que l'on employait il y a un siècle. Nous ne voulons pas nous lancer dans le vaste champ des conjectures en cherchant à déterminer quelle sera l'étendue de cette transformation et les divers avantages qu'elle procurera à l'humanité ; mais ce que nous pouvons prévoir avec certitude, c'est que ces avantages seront immenses et de nature à opérer sur le corps social les améliorations les plus salutaires et les plus étendues. Quoi qu'il en soit, les avan-

(1) Pendant que le prix du fer forgé ne s'élève qu'à 300 fr. la tonne, celui de l'acier fondu atteint une moyenne de 1,200 à 1,400 francs.

tages obtenus de nos jours et ceux qui se réaliseront dans un temps peu éloigné sont déjà assez admirables pour satisfaire toutes les exigences et pour nous permettre d'attendre patiemment ceux plus merveilleux encore que nous réserve l'avenir.

Nous examinerons donc d'une manière succincte, mais aussi complète que le permet le cadre dans lequel nous sommes forcé de nous restreindre, les différents systèmes de construction employés aujourd'hui, tout en rejetant ceux dont un long usage a révélé les inconvénients, et en ne rendant compte qu'avec une extrême réserve de certains autres qui n'ont pas encore reçu la sanction de l'expérience et du temps.

Après avoir tracé rapidement l'historique des nombreux essais tentés dans les divers détails qu'embrasse l'exécution complète d'un chemin de fer et de son matériel, et fixé quelques principes généraux qui servent de guide aux ingénieurs, nous indiquerons les points principaux qui peuvent réclamer l'innovation. Nous suppléerons à notre insuffisance sur cette matière, en nous aidant à la fois de tout ce qui a été publié par les partisans des doctrines exclusives les plus opposées et de tout ce que nos propres souvenirs et les faits positifs consignés dans les recueils spéciaux peuvent fournir de renseignements et de points de comparaison.

Nous décrirons enfin le mécanisme si ingénieux des puissantes machines qui parcourent les chemins de fer, et les progrès nombreux que ces dernières années ont vu se réaliser dans leur mode de construction.

Avant d'aborder notre sujet et l'examen des faits nombreux qui s'y rattachent, indiquons en quelques mots les différents modes d'exécution et d'adjudication des travaux.

DE L'EXÉCUTION DES TRAVAUX, DU CAHIER DES CHARGES ET DE L'ADJUDICATION.

Il est trois principaux modes d'exécution des travaux :

La surveillance directe, les conventions de gré à gré, et l'entreprise par adjudication, soit à forfait, soit sur bordereau à prix.

Le premier présente deux inconvénients graves, celui d'exiger un personnel trop nombreux et de rendre impossible la fixation certaine des dépenses; aussi est-il généralement abandonné. Le second, celui par conventions de gré à gré, est loin de

présenter des garanties suffisantes pour la solidité et l'économie des travaux. L'entreprise par adjudication, en faisant agir l'intérêt privé dans de certaines limites, peut au contraire présenter sur l'exécution des travaux un rabais avantageux ; aussi ce mode d'exécution est-il le plus généralement employé. Seulement, pour assurer la bonne exécution des travaux, il est d'usage de dresser un *cahier des charges*, dans lequel sont détaillés les devoirs de l'entrepreneur, la manière dont il doit opérer, les matériaux dont il doit faire emploi, avec l'indication des points d'extraction. De plus, le cahier des charges stipule généralement :

1° Que l'entrepreneur sera responsable de la solidité des travaux exécutés, et ce pendant un certain laps de temps qui n'est jamais moindre de six mois et ne dépasse généralement pas deux ans.

2° Que, pour s'assurer de l'exécution de cette clause, le payement d'un cinquième et quelquefois même d'un quart du montant de la totalité des ouvrages terminés, sera retenu pendant cette même période de temps.

3° Que, pendant un an et même dix-huit mois à partir de l'entier achèvement des travaux, l'entretien du chemin sera laissé à la charge de l'adjudicataire.

Souvent aussi l'administration se réserve le droit de faire démolir aux frais de l'entrepreneur tous les ouvrages mal exécutés, ou dont les dimensions ne seraient pas conformes aux plans et conditions stipulés dans le cahier des charges.

En Angleterre, tous les travaux d'exécution des chemins de fer sont faits par entreprise. L'entreprise comprend l'exécution de tous les travaux d'art et de terrassement, les maçonneries et charpentes de toute sorte et la pose de la voie. Les compagnies fournissent le matériel, rails, chairs, dés, traverses, etc., et quelquefois le sable. — La Belgique a suivi à peu près la même méthode, avec cette différence seulement que toujours le sable est fourni par l'administration, et que la pose de la voie constitue une entreprise distincte. — En France, le gouvernement exécute lui-même ou fait exécuter par des entrepreneurs les travaux d'art et de terrassement. Puis, aux termes de la loi du 11 juin 1842, il livre la voie aux capitalistes, qui n'ont plus, avant de commencer l'exploitation, qu'à fournir le sable et le matériel.

Des divers modes d'adjudication. L'adjudication, dans ce cas, est un acte procédant par voie d'enchères publiques, au moyen duquel on adjuge à un entrepreneur l'exécution des travaux ou la fourniture des objets qui en dépendent. Il a pour objet d'obtenir, par le moyen de la concurrence, les conditions les plus avantageuses, et de former un véritable contrat entre l'entrepreneur et celui qui fait exécuter les travaux. L'acte écrit par l'adjudicataire et par lequel il déclare se charger de l'entreprise constitue la *soumission.* — On distingue deux modes principaux d'adjudication, *l'adjudication en masse* et celle *sur séries de prix*, c'est-à-dire à raison de tant par mètre cube pour certains ouvrages. Dans le premier cas, l'adjudication et la soumission portent sur un seul chiffre relatif au montant des travaux; néanmoins il est d'usage d'annexer à la soumission un bordereau spécial, lequel a pour objet de régler le prix des ouvrages imprévus qui pourraient se présenter et les à-compte proportionnels à l'avancement des travaux, que l'administration s'engage à payer à l'entrepreneur. — Quelques compagnies préfèrent à l'adjudication en masse l'adjudication sur séries de prix. Ce mode d'adjudication a l'avantage de permettre la modification du projet en cours d'exécution, de se prêter, par exemple, à l'augmentation de l'inclinaison des talus, si l'on rencontre dans les déblais un terrain plus solide qu'on ne l'avait d'abord espéré. Mais, pour que cet avantage ne disparaisse pas devant des inconvénients plus graves, il faut que ce système soit pratiqué comme il l'est en France, c'est-à-dire que le rabais porte sur l'ensemble de la dépense à résulter de l'exécution, et qu'au bordereau de prix soit joint un devis détaillé, portant réduction des quantités de chaque espèce d'ouvrage à exécuter, et la détermination des limites que ne devront pas dépasser les modifications à faire à ces quantités. Ce mode d'exécution, d'abord employé en Belgique, a été abandonné pour l'adjudication en masse. On avait auparavant apporté à ce mode une modification qui le rapprochait du système suivi en France, et qui consistait dans la conservation du bordereau de prix, comme mode exceptionnel de règlement de compte applicable aux quantités, en plus ou en moins, à résulter éventuellement des modifications dont l'opportunité viendrait à être reconnue pendant l'exécution des travaux.

Fourniture de la voie. La fourniture de la voie de fer et des accessoires qui en dépendent se fait aussi par adjudication publique. En Angleterre, on adjuge ordinairement au même entrepreneur les rails, chairs et chevilles, et cette méthode a l'avantage de faciliter l'ajustement. Il ne peut en être de même en France, où les usines ne fabriquent à la fois que l'un ou l'autre de ces objets. L'adjudication s'opère donc séparément.

Le système d'adjudication pour la fourniture du matériel de la voie n'est établi en Belgique que depuis 1838. Les rails, chairs et chevilles étaient d'abord livrés sur commandes directes. Dans l'intérêt de la chose publique, l'avantage de cette substitution a été immense : le prix des rails, qui, en 1837 s'élevait à 420 fr. les 1,000 kilogrammes, était descendu l'année suivante, par suite de la libre concurrence, à 340 fr. Les rails du chemin d'Ans à la Meuse n'ont été payés que 239 fr. en 1841, et ceux de Verviers à la frontière d'Allemagne 208 fr. seulement, soit une diminution de plus de moitié du taux primitif.

CHAPITRE PREMIER.

TRAVAUX D'ART ET TERRASSEMENT.

Chemins de fer provisoires. — Des remblais. — Des déblais. — Construction de la chaussée. — Des souterrains. — Des ponts et viaducs.

A l'adoption du tracé succède immédiatement l'exécution des terrassements, des travaux d'art et de ceux qui ont pour objet l'assujettissement de la voie de fer sur le sol.

Les travaux d'assujettissement de la voie constituent la partie essentielle et la plus importante de la construction des chemins de fer; ils sont, de tous les travaux qu'exige l'établissement de ces chemins, ceux qui réclament de la part de l'ingénieur le plus de sollicitude et de soins.

L'ensemble des travaux de fouille, de chargement, de transport et de dépôt de terres (1) extraites d'une tranchée et portées en remblais, constitue, avec tous les travaux de détail que nécessitent ces diverses opérations, les terrassements proprement dits. Les terrassements sont la conséquence de la nécessité de conserver aux chemins de fer de faibles limites d'inclinaison, et de raccorder leurs divers alignements par des courbes d'un grand rayon.

Sous la dénomination de travaux d'art on comprend l'ensemble des travaux de maçonnerie à exécuter sur toute la ligne: tels sont les ponts, aqueducs, viaducs, etc. Ces travaux forment, avec les terrassements, l'élément principal du prix élevé de l'établissement des chemins de fer ; la loi du 11 juin les a mis à la charge du trésor public.

Les travaux de terrassement varient d'après la nature des terres que l'on rencontre dans la tranchée et selon la distance à laquelle elles doivent être transportées. Ces différents genres de travaux ont pris depuis ces derniers temps une si grande importance, que les moyens précédemment employés pour leur

(1) Les ingénieurs, sous ce nom générique de *terres*, désignent aussi des substances, telles que les rochers, qui sont tout à fait différentes de la terre proprement dite, sauf à les distinguer ensuite dans les descriptions détaillées des travaux de terrassement, dans leur mode d'exécution et dans l'évaluation des prix.

exécution n'ont pas tardé à être reconnus ou trop longs ou insuffisants. On a donc imaginé des procédés nouveaux au moyen desquels on est parvenu à les exécuter avec toute l'économie et la célérité désirables.

§ 1.

CHEMINS DE FER PROVISOIRES.

Parmi les moyens nouveaux qui ont été employés pour hâter l'achèvement des grands travaux de terrassement et diminuer les frais de leur construction, il n'en est point dont on ait reçu de meilleurs résultats que celui de l'établissement des chemins de fer provisoires. On les fait servir principalement au transport des *terres* fournies par les tranchées du chemin définitif, lorsque ces terres doivent être transportées à une certaine distance. Ils sont d'un grand secours alors, et peuvent opérer sur la totalité des frais de construction des réductions considérables.

Le mode de construction des chemins de fer provisoires varie suivant le degré de vitesse ou d'économie avec lequel on veut procéder à l'exécution des travaux. Les rails provisoires sont légers, et présentent assez ordinairement la forme du rail américain. Ils se placent sur le chemin définitif, et reposent sur des traverses en bois dont l'écartement varie selon le degré de consolidation du sol, le poids des wagons et le moteur que l'on y emploie. Généralement ces rails n'ont pas besoin d'être assujettis aussi solidement que ceux du chemin définitif; cependant, comme ils portent souvent sur des terres fraîchement remuées, ils doivent être assis avec quelques précautions, afin d'éviter les accidents qui pourraient provenir de leur déversement.

La force animale est le moteur le plus généralement employé sur les chemins de fer provisoires. Toutefois il arrive souvent que des machines locomotives sont appelées à opérer le transport des matières déblayées. L'emploi de ces machines peut offrir de grandes économies, si la distance du transport est considérable, si elle atteint, par exemple, un kilomètre et demi ou environ. Mais il faut alors que le terrain sur lequel roulent ces machines soit ferme ou consolidé : ce qui fait que leur emploi est moins fréquent pour les terrassements qui précèdent l'ouverture du chemin que pour les mouvements de terre qui

restent à opérer après cette ouverture et qui ont pour objet, soit l'établissement des stations ou l'achèvement des talus, soit enfin l'établissement de la seconde voie, lorsque, comme en Belgique, les chemins de fer ont été livrés à l'exploitation, ne possédant encore qu'une seule voie.

La pose et le déplacement des chemins de fer provisoires étant toujours rapides et peu coûteux, il est démontré par l'expérience que leur établissement est toujours économique, lors même que les chevaux seraient le seul moteur employé. Lorsque quelque grand travail de maçonnerie ou de terrassement est susceptible de retarder trop longtemps l'entrée en jouissance du chemin, on peut établir provisoirement des déviations de la ligne au moyen d'ouvrages en bois sur lesquels a lieu la mise en activité pendant l'achèvement des travaux définitifs.

§ 2.

DES REMBLAIS.

Le remblai est la masse des terres déposées sur le sol naturel pour l'exhausser. Le mode de construction des remblais pour les chemins de fer diffère essentiellement de celui qui sert à établir les remblais des routes ordinaires ou des canaux : la grandeur et l'importance des travaux qu'exige l'établissement des voies nouvelles ont fait sentir aux entrepreneurs la nécessité de recourir à des moyens plus rapides et moins dispendieux.

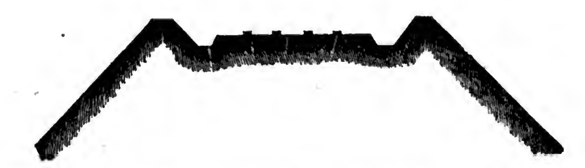


Fig. 8. Coupe transversale d'un remblai établi sur le chemin de fer de Liverpool à Birmingham et à Manchester.

C'est ainsi que sur les routes ordinaires les remblais s'élèvent toujours par couches successives, lesquelles se trouvent comprimées par les roues des tombereaux et par le pied des chevaux; sur les chemins de fer au contraire les remblais se font en masse

et sur toute leur hauteur à la fois, c'est-à-dire qu'une petite portion de remblai, voisine de la tranchée, étant achevée sur toute sa hauteur, on la continue en déposant les terres jusqu'à l'extrémité de la crête, au moyen des chemins provisoires dont nous venons de parler. La pose de la voie se fait sur le remblai au fur et à mesure de son avancement, et les wagons de terrassement viennent se décharger à l'extrémité de la voie qui est aussi celle du remblai.

Il est toujours facile, pour les canaux et les routes ordinaires, de combiner l'ensemble des remblais et des déblais de telle manière que leur volume se compense, c'est-à-dire que la terre extraite des déblais puisse servir à former les remblais. Le contraire arrive sur les chemins de fer. On est souvent obligé de transporter les terres à des distances quelquefois très-considérables, ce qui détermine une grande augmentation dans les frais de construction du chemin. Il ne serait possible de compenser le volume des déblais avec celui des remblais, qu'en admettant des remblais d'une hauteur excessive, d'une construction et d'un entretien fort coûteux, ou des tranchées extraordinairement profondes et difficiles à percer.

Lorsque les terres ont été récemment remuées, elles occupent toujours un plus grand espace que dans leur état naturel. Mais cet accroissement de volume, d'abord considérable, ne tarde pas à diminuer par l'effet de la pression que les terres exercent réciproquement sur elles-mêmes. Cette réduction de volume, de laquelle on tient toujours compte dans l'exécution des remblais en leur donnant une hauteur plus grande que celle qu'ils doivent avoir définitivement, est ce qu'on nomme le *tassement*.

Il est reconnu aujourd'hui que le tassement s'opère indistinctement sur tous les remblais, mais d'une manière différente. Il dure souvent plusieurs années, et varie suivant la hauteur du remblai, le procédé suivi pour le construire, et surtout d'après la nature des matériaux dont il est composé. Les remblais construits au tombereau coûtent beaucoup plus cher que ceux que l'on établit avec le wagon, mais ils ont l'avantage d'être plus denses et moins sujets au tassement.

La qualité des déblais ou terres employées à l'établissement des remblais peut exercer sur leur solidité une très-grande influence. Il est certaines espèces de terres qui se rapprochent

et se condensent à la suite des grandes pluies. Alors le volume et par suite la hauteur des remblais diminuent, circonstance qui peut déterminer l'éboulement d'une grande partie des travaux.

Quant à la nature des matériaux dont il convient de composer les remblais, les terrains sablonneux entremêlés de cailloux sont ceux qui présentent le plus de garanties en faveur d'une bonne et solide construction. On les préfère aux terrains schisteux et sablonneux, qui s'opposent à l'écoulement des eaux, surtout aux terres arables et argileuses, lesquelles, contenant des débris de terre végétale, se délayent en boue et forment des remblais très-sujets aux tassements. Les éboulements qui se sont plusieurs fois manifestés sur les railways anglais ont toujours eu lieu dans des remblais composés de terres arables et argileuses.

Les eaux exerçant aussi une très-grande influence sur le tassement et sur la solidité des remblais, on ne peut prendre trop de précautions pour les mettre, de ce côté du moins, à l'abri de tout danger. M. Seguin recommande à cet effet les précautions suivantes : « Lorsque le pied du remblai est exposé à être attaqué ou baigné par les crues d'une rivière ou d'un fleuve, il doit être soigneusement garni d'enrochements de la dimension exigée par le régime du cours d'eau dont on a à craindre les attaques. On le garnit de plantes, de gazons ou d'arbrisseaux qui soutiennent la terre; mais il faut éviter d'y laisser croître des arbres qui entretiennent l'humidité sur la chaussée et en facilitent la dégradation» (*Influence des chemins de fer*, p. 269).

Il est aussi de la plus haute importance de préserver la partie supérieure du remblai, c'est-à-dire la voie proprement dite, du contact des eaux pluviales. Sur les remblais ordinaires, les eaux provenant de la voie s'écoulent presque toujours le long des talus. Les fossés, s'il y en a, sont placés au pied du remblai, et ordinairement il n'en existe que du côté où les eaux du dehors, coulant sur un sol incliné, pourraient venir en délayer la base.

Une disposition plus parfaite a été appliquée sur les chemins de Liverpool à Manchester et à Birmingham; on a élevé de chaque côté de la voie une espèce de bourrelet dit *cavalier*, qui, par son élévation supérieure à celle de la voie, forme à côté de la voie même, un fossé pour l'écoulement des eaux. Un

autre avantage de cette disposition, c'est de prévenir, sinon la chute du convoi sur les talus, lorsque la locomotive vient à sortir de la voie, du moins d'amortir, autant que possible, le choc qui a lieu dans ce cas.—De distance en distance, les fossés se dégorgent, au moyen d'ouvertures pratiquées dans les cavaliers, dans d'autres fossés situés au pied du remblai, et dont les dimensions sont nécessairement en rapport avec la grande quantité d'eau qu'ils sont destinés à recevoir (*V.* la *fig.* 8).

La hauteur des remblais ne doit pas dépasser 15 à 20 mètres. Au-dessus de cette hauteur, la largeur des terrains qu'il faudrait occuper afin de donner aux talus l'inclinaison nécessaire à la stabilité du remblai, ainsi que la masse des terres qu'il faudrait accumuler rendent l'emploi d'un viaduc beaucoup plus avantageux. On conçoit toutefois que cette règle n'a rien d'absolu et que le choix entre ces deux ouvrages dépend surtout des circonstances locales qui peuvent en faire varier les frais d'établissement.

§ 3.

DES DÉBLAIS OU TRANCHÉES.

Les déblais servent ordinairement à établir les remblais. On appelle *déblais* ou *tranchées* des excavations plus ou moins profondes pratiquées dans le sol par l'extraction des terres rejetées au dehors. La construction des chemins de fer et la nécessité de s'astreindre à de certaines limites pour l'établissement des pentes rendent l'établissement des déblais tout à fait usuel.

L'un des plus importants problèmes qu'un ingénieur ait à résoudre dans la construction d'un chemin de fer, c'est de réduire, autant que possible, la longueur et la profondeur des déblais, et de les disposer de telle manière, que les terres extraites puissent être utilisées, sur la même ligne, et à de courtes distances, à la formation des remblais.

Les moyens à employer pour obtenir ce résultat sont indiqués sommairement dans les lignes qui vont suivre et que nous empruntons de nouveau à M. Seguin, dont la parole a une haute valeur dans tout ce qui se rapporte à la construction des chemins de fer.

« Dès que l'on a déblayé quelques mètres de terrain au niveau de la ligne, on place provisoirement des rails sur des

traverses en bois, et l'on y établit de petits chariots de la contenance d'un demi-mètre cube. Ces chariots sont d'abord manœuvrés à bras jusqu'à ce que le chemin ait assez d'étendue pour permettre l'emploi de chevaux. Il est encore certains cas où il convient d'établir provisoirement ces voies détournées, afin d'enlever les couches supérieures des terrains et former les *empatements* ou couches inférieures des remblais. Ce moyen peut même être mis à profit comme économie lorsque le remblai se trouve en amont du déblai. Les remblais faits de cette manière sont moins sujets au tassement que lorsqu'on attaque les tranchées de front. Ce mode présente en outre l'avantage de former les premières couches avec les terres végétales, grasses et légères, qu'il est essentiel d'exclure de la voie, à cause de la facilité qu'elles ont à se délayer et à former de la boue. Cette nature de terrain compose toujours la partie supérieure du sol, tandis que les parties inférieures, plus dures, plus rocailleuses, ou même formées de roc vif, constituent une voie excellente, dans laquelle l'eau s'infiltre avec facilité.

» Lorsque la disposition des lieux s'oppose à l'emploi de ces moyens, il est nécessaire d'y suppléer par quelque autre qui atteigne le même but. Celui qui m'a paru le plus simple, et que j'ai souvent employé, consiste à placer le chemin provisoire le long des talus de la tranchée, et à former ainsi des voies qui viennent toutes concourir à l'exécution des remblais. — Mais ce mode d'opérer présente l'inconvénient de déterminer des pentes trop rapides et de fatiguer les hommes et les chevaux qui remontent les wagons vides. Dans les chantiers où l'on craint d'être en retard, le travail doit être organisé de manière à ce qu'il ne soit jamais interrompu. La forme des wagons que l'on emploie pour les déblais doit être appropriée spécialement à cet usage et combinée de façon à laisser aux hommes le moins de travail possible. Ceux dont je me suis servi pivotaient sur un axe placé en avant du centre de gravité de la charge, ce qui permettait de les faire renverser facilement.

» L'usage enseignera pendant longtemps encore à perfectionner graduellement ces manœuvres; mais ceux qui voudront faire des améliorations dans cette partie ne doivent pas perdre de vue qu'un calcul exact de la force et de l'usage de toutes les pièces des machines nouvelles dont ils ont intention de se ser-

vir sera le premier et le plus sûr garant de leur réussite » (*Influence des chemins de fer*, p. 252).

Telles sont les règles qui servent ordinairement de guide à l'ingénieur dans l'établissement des déblais.

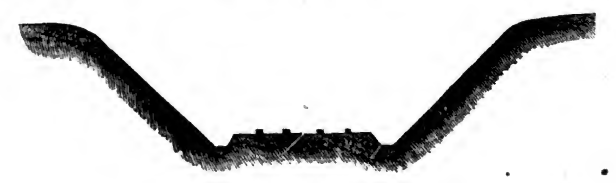


Fig. 9. Coupe transversale d'un déblai.

Avant de passer à l'examen des différents travaux d'art dont les obstacles que le sol apporte au développement de la voie nécessitent la construction, il ne serait pas inutile de déterminer les conditions auxquelles peut donner lieu le degré d'inclinaison qu'il convient de donner au talus des tranchées et des remblais. Mais, comme les règles qui servent à déterminer cette inclinaison pour les chemins de fer s'appliquent aussi aux routes ordinaires et aux canaux, nous pensons qu'il est inutile de nous en occuper ici. Nous ferons seulement observer que sur un chemin de fer les conséquences d'un éboulement sont plus graves que sur une route ordinaire, plus difficiles à réparer, et que, une fois le chemin livré à l'exploitation, les dépenses qui résulteraient non-seulement des travaux à faire pour modifier les talus d'une tranchée, mais encore de l'interruption du service, seraient beaucoup plusconsidérables, plus longs et plus coûteux. Il est donc de la plus haute importance de déterminer tout d'abord et avec la plus grande exactitude le degré d'inclinaison qu'il convient de donner aux talus.

La plus grande tranchée connue est celle du chemin de Newcastle à Carlisle. Le déblai s'est élevé à 19 millions de pieds cubes et profondeur *maxima* à 38 mètres. Dans des cas semblables, il paraît plus avantageux d'établir des souterrains, à cause de l'entretien très-coûteux exigé par le talus des tranchées.

§ 4.

CONSTRUCTION DE LA CHAUSSÉE.

Les barres de fer appelées *rails* qui composent la *voie* d'un chemin de fer sont fixées, au moyen de pièces de fonte nommées *coussinets*, sur des *dés* ou *traverses en bois* qui servent de fondation au chemin.

Si les dés ou traverses se trouvaient posés sur le sol, sans l'interposition d'aucune autre substance, le sol se délayerait à la suite des pluies, et le chemin se dérangerait à tel point, qu'il deviendrait bientôt impraticable. Il est donc nécessaire que ces dés ou traverses reposent sur un lit perméable, et que l'eau qui traverse ce lit puisse s'écouler facilement. Ce lit perméable, ainsi que la couche qui le recouvre et dans laquelle sont enterrés les dés ou traverses qui soutiennent les rails, forment ensemble ce que l'on est convenu d'appeler la *chaussée du chemin*.

Le mode de construction de la chaussée dépend de la nature du terrain sur lequel elle repose. Il varie selon que le chemin est en remblai ou en déblai, qu'il parcourt un terrain mou, flexible ou marécageux.

Dans les tranchées, il est d'usage de continuer à déblayer jusqu'à 50 ou 60 centimètres environ au-dessous du niveau des rails. Si le terrain est solide, on règle le fond de manière à ce qu'il incline de 3 centimètres à peu près vers l'un et l'autre côté, à partir de l'axe du chemin. On construit alors parallèlement à cet axe, et à hauteur de la chaussée, deux petits murs en pierre sèche, destinés à séparer la chaussée des fossés. Entre les murs, et jusqu'à une hauteur de 25 centimètres, on étend une couche de sable, de pierres concassées, de menu charbon ou de toute autre substance perméable et quelque peu élastique : perméable, pour que la chaussée reste constamment sèche ; légèrement élastique, afin que les mouvements des convois sur la voie de fer soient aussi doux que possible. C'est sur cette couche que se placent les dés ou les traverses, selon le mode de construction que l'on veut adopter. Les traverses se placent de distance en distance, perpendiculairement à l'axe de chacune des voies; les dés se posent, parallèlement et à la file, sur l'emplacement destiné aux rails.

Sur les remblais, la chaussée se construit de la même manière que dans les tranchées sur un terrain solide, avec cette seule différence que l'on donne une plus grande largeur à l'accotement, et que généralement l'eau s'écoule sur les talus du remblai au lieu de s'écouler dans le fossé.

Les difficultés sont bien plus considérables lorsque la chaussée doit être posée sur un terrain mou, flexible ou marécageux. Nous ne pouvons ici nous occuper de ce cas que d'une manière très-succincte.

Si ce terrain marécageux est facile à dessécher, on opère le dessèchement ainsi que la consolidation du terrain. Le mode de construction devient alors le même que pour les cas précédents. Si le terrain n'a que peu de profondeur, et si l'on ne juge pas nécessaire de le dessécher, on enfonce des pilots dans le terrain solide sur lequel repose le terrain marécageux; on réunit les têtes de ces pilots par des longuerines; sur ces longuerines on pose des traversines, sur ces traversines un nouveau cours de longuerines sur lequel portent les rails. C'est de cette manière que l'on a établi plusieurs chemins de fer dans les marais de la Caroline du Sud, aux Etats-Unis. — Si le terrain marécageux est très-profond, on dessèche ordinairement, au moyen de fossés parallèles, une couche de 40 à 50 centimètres d'épaisseur. Sur cette couche de terrain on pose d'abord un lit de fascines, puis une couche de pierres concassées; on pose ensuite et alternativement des cours de longuerines et de traversines, sur lesquelles on finit par placer les rails. Tel est le mode de construction employé pour faire traverser au chemin de Liverpool à Manchester les marais de Chatmoss, longs de plusieurs lieues.

Si le terrain est sablonneux ou mouvant, on a recours à un autre mode de construction qu'un ingénieur distingué recommande instamment (1).

« Un terrain sablonneux aquifère, dit-il, d'une profondeur considérable, s'est rencontré au chemin de Versailles (rive gauche) au fond d'une grande tranchée, celle des fours à chaux. Voici comment on a procédé pour établir la chaussée : on a enfoncé le long de chaque talus, à droite et à

(1) M. Perdonnet, *Portefeuille de l'ingénieur des chemins de fer.*

gauche de l'axe du chemin, deux cours de pales-planches éloignées d'environ 1 mètre. Les terres ont ensuite été vidées entre ces cours de pales-planches. Dans chacune des excavations ainsi fermées, on a construit des murs en pierre sèche. On a desséché de cette manière une couche de terrain comprise entre les deux fossés. On a déblayé cette couche, on a posé avec soin sur le fond de cette nouvelle excavation un lit de grosses pierres; sur ce premier lit, on en a étendu quelquefois un second et même un troisième de pierres moins grosses, et enfin sur ces pierres on a construit la chaussée en sable, de 50 centimètres d'épaisseur, comme sur un terrain solide. »

L'expérience en effet démontre journellement l'excellence de ce procédé. La partie de voie ainsi construite sur le chemin de fer de Versailles (rive gauche), dans les environs de Clamart, est la meilleure de toute la ligne.

§ 5.

DES SOUTERRAINS OU TUNNELS.

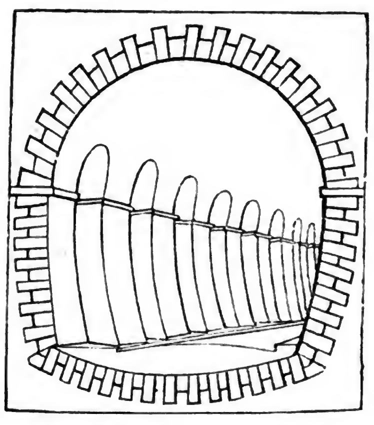


Fig. 10. Coupe transversale du côté ouest du tunnel de la Tamise à Londres.

On appelle souterrains ou tunnels, dans les chemins de fer,

les galeries que l'on creuse sous terre toutes les fois que le niveau auquel on doit établir la voie exigerait des excavations trop considérables pour permettre d'établir une tranchée à ciel ouvert. Les souterrains sont aussi employés lorsqu'il s'agit de diminuer la surface des terrains à acquérir, de conserver intacte une place publique, une propriété précieuse. A moins d'être taillés dans le roc le plus dur, ils sont toujours revêtus en maçonnerie sur tout leur pourtour, comme l'indique la *fig.* 10, représentant l'un des côtés du célèbre tunnel percé sous la Tamise, à Londres, véritable modèle de ce genre de travaux.

On est obligé de revêtir en maçonnerie non-seulement le ciel de la voûte et les parois latérales, mais même tout le terre-plein de la base, afin de se précautionner contre la poussée des terres. Le terre-plein est recouvert d'un sol artificiel en forme de courbe concave. Ce sol, ou *radier*, a pour effet de résister à la poussée des pieds de la voûte qu'il fortifie en tendant à les écarter (1).

Lorsque les percements à opérer ont une certaine longueur, on a soin d'ouvrir des puits dans leur direction, afin d'accélérer l'ouverture des galeries. Ces puits doivent présenter assez de solidité pour résister pendant toute la durée des travaux et une dimension suffisante pour permettre de descendre et remonter les ouvriers, d'enlever les déblais et d'introduire dans les percements les bois et tous les matériaux que l'on aura à employer.

Lorsque les percements ne doivent avoir que peu d'étendue, il n'y a pas lieu d'ouvrir des puits. On se borne alors à entreprendre les travaux par les deux extrémités, parce que ce moyen offre plus de promptitude, de facilité et d'économie pour le transport au loin des matières déblayées.

Nous empruntons à l'excellent travail de M. Seguin aîné une nouvelle et dernière citation :

« Le moment où il convient d'entrer en percement, c'est-à-

(1) C'est, dit-on, cette pression, cette poussée des terres qui s'opère dans tous les sens et agit de la même manière que la pression de l'eau sur un tonneau vide, qui a fait donner par les Anglais le nom de *tunnel* ou tonnelle à ces sortes de travaux.

dire le point où le déblai deviendrait plus coûteux que la dépense d'une galerie, est relatif à la nature du terrain; c'est une estimation à faire pour chaque cas particulier. Il est des terres fortes et argileuses qui, comprimées et durcies par le poids des couches, se prêtent très-bien à être percées; la plus grande difficulté est alors de tailler l'avancée assez à pic pour commencer à jeter les premiers arceaux de la voûte sans éprouver d'éboulements. A cet effet il convient, lorsque l'on a décidé l'entrée, de construire deux murs en aile, qu'on prolonge le plus qu'on peut dans le terrain au moyen de deux petites galeries latérales. Dès que l'on est arrivé à une distance où la hauteur du terrain est égale à celle de la voûte, on se hâte de faire une excavation de quelques mètres, et l'on jette rapidement quelques arceaux faits de pierres exactement taillées et jointées ensemble. Ce travail doit être expédié lestement. Immédiatement après, on butte de toutes parts le terrain contre la voûte avec de la maçonnerie de moellon. On peut alors, en mettant un peu de promptitude, continuer le travail avec l'espérance de n'avoir pas à redouter d'accidents. Pour peu que le percement ait une certaine largeur, on fait avancer la maçonnerie des pieds-droits au moyen de petites galeries, et l'on déblaye le terrain à mesure que l'on pose les clefs de chaque intervalle de 2, 3 et même 4 mètres, entrepris d'un seul coup.—Dans les terrains plus ingrats, lorsque les terres sont humides, veinées, coulantes, les difficultés augmentent beaucoup. Le boiseur ne peut pas alors abandonner un seul instant le mineur, parce qu'à chaque coup de pic il faut maintenir le travail par des buttes de bois. Ces buttes doivent être bien de fil, et avoir de 15 à 20 centièmes de diamètre. Aussitôt que l'excavation est suffisamment étendue, on se hâte d'élever les maçonneries définitives destinées à contenir le terrain —Lorsque les terres ne sont pas coulantes, elles sont toujours quelque temps avant de se mettre en mouvement, il en résulte que le moindre effort suffit pour contenir des masses énormes. On profite de ce moment pour se reconnaître; mais il faut être assez leste pour ne pas laisser aux terres le temps de commencer à fléchir. A cet effet on entreprend le travail par petites parties et l'on apporte une stricte surveillance à ce que, sur tous les points, l'intervalle qui peut exister entre le terrain et la maçonnerie soit exactement rempli. Il est

encore nécessaire de butter de toutes parts l'intérieur des galeries, aussitôt qu'elles sont déblayées, au moyen de pièces de bois en travers, portant sur des semelles dans toute la longueur du percement, car le moindre mouvement détermine des fissures qui permettent l'introduction de l'eau, et mettent les travaux en péril.— Lorsque les percements doivent être ouverts dans le sable, on y procède d'une manière toute différente. Ordinairement le sable sec et coulant ne se rencontre pas dès l'entrée en percement ; il est très-rare même que, près de la surface du sol, la végétation et un peu d'humidité ne lui donnent pas assez de consistance pour qu'on puisse impunément y ouvrir de petites tranchées et passer quelques arceaux en pierre, comme je l'ai indiqué plus haut. Mais, dès qu'on est parvenu dans les quartiers maintenus à l'abri de toute humidité par les bancs de poudingue, le moindre intervalle entre les boiseries suffit pour déterminer un écoulement de sable analogue à celui qui a lieu dans une clepsydre. »

Dans la construction du chemin de fer de Lyon à Saint Etienne, dont M. Seguin était chargé, il est arrivé à cet ingénieur de rencontrer une circonstance de ce genre lors du percement de la Mulatière. Il s'ensuivit qu'à deux reprises les travaux furent en péril. L'entrepreneur auquel ils étaient adjugés, s'étant vu forcé d'y renoncer, fut remplacé par un mineur habile qui conduisit avec beaucoup d'intelligence et jusqu'à entier achèvement, l'ensemble des travaux. Ce dernier fit usage d'une espèce de bouclier en bois, analogue à celui que M. Brunel fils a imaginé depuis pour creuser le tunnel sous la Tamise. Cet appareil était composé de cadres mobiles de $1^{m},50$ de hauteur sur 60 cent. de largeur exactement dressés et joignant entre eux de tous côtés. Chacun d'eux était appliqué contre les diverses portions du terrain qui devait être enlevé. En avant de ce bouclier, et dans le sens de la longueur du percement, étaient établies deux fortes pièces de bois soutenues par des traverses, lesquelles étaient engagées dans les parements de la maçonnerie formant le revêtement de la partie du percement déjà terminée. Ces pièces de bois servaient de point d'appui pour recevoir les buttes en bois qui rayonnaient de toutes parts pour contenir les cadres. — Lors donc que l'on était parvenu à fermer une portion de voûte, on débarrassait les poutres longitudinales de tous les bois qu'elles étaient destinées à sup-

porter, et on leur faisait faire un mouvement en avant égal à la longueur de la portion du travail qui avait été exécutée. Cette manière de procéder permettait de faire avancer le bouclier par partie, au fur et à mesure de l'achèvement des travaux. On avait soin de butter chacun des compartiments contre le système de charpente qui occupait tout l'intérieur du percement, en ne laissant que l'espace strictement nécessaire pour que les ouvriers pussent se glisser à travers, enlever les déblais, et apporter les bois et les matériaux nécessaires au travail. Ce percement, assez long, s'accomplit sans éprouver des mouvements de terrain sensibles et sans accidents assez graves pour coûter la vie à un seul ouvrier.

Bien que l'on ait beaucoup diminué les difficultés que présente l'établissement des tunnels, il est certain que les éventualités de ces sortes d'ouvrages sont toujours fort à redouter ; des difficultés imprévues, des accidents inévitables, viennent toujours déjouer les calculs et tromper les prévisions. La direction de ces travaux ne doit donc être confiée qu'à des hommes habiles, persévérants surtout, et capables de lutter fermement contre les entraves qui ne manqueront pas de surgir.

Si l'établissement des souterrains présente de grands dangers d'exécution, leur exploitation ne présente pas des inconvénients moins graves : difficultés de surveillance, d'entretien, chance de rencontre de deux trains par suite de l'obscurité continuelle qu'augmente encore la fumée des convois, chance d'accidents pour les hommes de service, etc.

Il y a quelques années, le nombre des souterrains étant peu considérable, ceux qui existaient étaient souvent cités comme des merveilles. Mais, depuis que les chemins de fer se sont aussi généralement répandus, on s'est habitué à regarder le percement d'une montagne comme l'un des cas les plus ordinaires qui puissent se présenter dans la construction d'un chemin de fer.

Il existe plusieurs lignes sur lesquelles les tunnels sont extrêmement nombreux. Celle de Lyon à Saint-Etienne en compte 14 sur une étendue de 15 lieues, celle de Liége à la frontière d'Allemagne, sur une longueur de 8 lieues, en a exigé 18 d'une étendue totale de 3,650 mètres. Les plus longs souterrains que l'on connaisse sont ceux de Scheffied à Manchester (4,800 mètres), de Great-Western (2,800 mètres), de Rolleboise au chemin

de Rouen (2,625 mètres) et de Kilsby sur le chemin de Londres à Birmingham.

§ 6.

DES PONTS ET VIADUCS.

On donne en général le nom de *viaducs* aux ponts qui ne sont pas établis au-dessus des cours d'eau; qui traversent, par exemple, soit une vallée, soit simplement une route.

Les viaducs remplacent avantageusement les remblais, lorsque l'élévation qu'il faut donner à ceux-ci, pour maintenir la voie à un niveau uniforme, les rendrait trop coûteux de construction et d'entretien. Nous avons vu que généralement on établit un viaduc lorsque la voie doit atteindre une élévation de 15 à 18 mètres; cependant cette règle n'a rien d'absolu quant au choix à faire entre les deux ouvrages, à cause des conditions locales qui peuvent faire varier dans de notables proportions les frais de construction : tels sont le prix des matériaux de construction, celui de la valeur des terrains à acquérir pour l'emplacement du chemin, de la distance à laquelle il faut aller chercher les terres pour le remblai, les difficultés de la fouille, etc. C'est donc à l'ingénieur qu'il appartient d'établir les calculs spéciaux qui pourront déterminer le degré d'économie que pourrait présenter l'exécution d'un viaduc ou d'un remblai.

Les ponts et viaducs des chemins de fer peuvent être construits en maçonnerie ou en bois; la maçonnerie est en pierre ou en briques, selon les localités. Les travaux en bois ont l'avantage d'offrir une grande économie dans les frais de construction. — On cite plusieurs ponts et viaducs dont les travées sont en fonte. L'Angleterre surtout, où la fonte est à bas prix, en possède un grand nombre. Ce mode de construction pourrait être très-économique, même en France, où la fonte atteint cependant un prix très-élevé ; mais il faudrait pour cela n'adopter que des modèles simples et d'une exécution facile à la fonderie. En Angleterre, il arrive souvent que l'adoption d'un modèle trop compliqué et un luxe inouï de détails font revenir la fonte à un prix plus élevé que la maçonnerie, malgré le prix excessivement bas de la fonte en ce pays.

On cite plusieurs exemples de très-grands viaducs. Le che-

min de fer de Londres à Greenwich n'est qu'un immense viaduc de 6 kilomètres de longueur sur une hauteur de 8 à 15 mètres au-dessus du sol.

L'*Eastern–Counties railway* entre dans Londres par un viaduc de plus de 2,000 mètres de longueur. Sa plus grande élévation au-dessus du sol n'est que de 6 mètres.

Le viaduc de *Dolhin,* sur lequel le chemin de Liége à la frontière prussienne, traverse la vallée de la Vesdre, a une longueur de 230 mètres, et se compose de 21 arcades de 10 mètres d'ouverture et de 18 mètres de haut.

Le viaduc de *Congleton* sur le *Manchester et Birmingham railway*, récemment terminé, a 641 mètres de long et 30 mètres de haut.

Nous voici actuellement arrivés à la partie la plus intéressante de la construction des chemins de fer. Dans ce chapitre et les précédents, nous avons traité de tout ce qui avait rapport à l'établissement du lit même du chemin. C'est maintenant du chemin lui-même que nous avons à nous occuper, c'est-à-dire de la voie de fer, de son matériel, des voitures, wagons et locomotives qui la parcourent. Ce sera l'objet immédiat des chapitres qui vont suivre.

CHAPITRE II.

DE LA VOIE DE FER ET DE SON MATÉRIEL.

Des différentes espèces de rails. — Cahier des charges. — Des chairs ou coussinets. — Des coins. — Des chevilles. — Des dés ou traverses. — Du système de chemins à supports continus.

Voie est le terme générique de toutes les communications soit par terre, soit par eau. Mais pour les chemins de fer on donne plus particulièrement ce nom à l'espace compris entre les deux rails sur lesquels circulent les voitures.—Le matériel de la voie se compose de tous les éléments qui concourent à sa formation, et dont les principaux sont:

1° Les rails;

2° Les chairs ou coussinets;

3° Les dés ou traverses;

4° Les aiguilles et plaques tournantes, formant les changements de voie.

Les *rails* sont des bandes de fer, de bois, de pierre ou de toute autre matière, posées sur le sol de la chaussée, et destinées à être parcourues par les roues de voitures. Les ***coussinets*** ou ***chairs*** sont des pièces de fonte qui supportent les rails et servent d'intermédiaires entre eux et la chaussée. Entre les coussinets et le sol, on a reconnu nécessaire l'interposition d'un corps qui relie les deux lignes de rails et donne à l'ensemble du chemin une élasticité favorable à la douceur du tirage ; c'est pour arriver à ce but qu'ont été établis les ***dés*** ou ***traverses***. Enfin on a fréquemment besoin dans le service des chemins de fer de faire passer d'une voie sur l'autre les voitures qui y circulent : les ***aiguilles*** et les ***plaques tournantes*** ont pour objet de faciliter ce mouvement.

Le matériel de la voie se compose en outre de tous les accessoires nécessaires à l'assujettissement des rails, des coussinets, des traverses et des aiguilles, tels que ***coins***, ***chevilles***, ***clavettes***, etc., dont il sera successivement traité.

§ 1.

DES RAILS ORDINAIRES (1).

Les rails ont pour but de présenter aux roues une surface unie, résistante et susceptible de diminuer la difficulté qu'éprouve le tirage des voitures sur les routes ordinaires. Toute matière capable de satisfaire à cette double condition peut servir à la construction des rails ; primitivement en bois, ainsi que nous l'avons vu plus haut, et recouverts d'une feuille métallique, établis ensuite en pierre, puis en fonte et définitivement en fer forgé, les rails, composés de ces diverses matières, ont rempli plus ou moins le but qui leur était assigné.

Nous distinguerons les rails sous le rapport :

1° De la matière qui les compose ;

2° De leur forme ;

3° Des conditions qu'ils doivent présenter pour être conformes aux prescriptions du cahier des charges de l'Etat.

DES RAILS SOUS LE RAPPORT DE LA MATIÈRE. — Les rails n'ayant d'autre but que de diminuer la difficulté qu'éprouve le ti-

(1) Ce mot vient de l'anglais, et signifie littéralement *barre*.

rage des voitures sur les routes ordinaires, en présentant aux roues une surface unie et résistante, il en résulte que toutes les matières offrant ces deux conditions sont propres à faire des rails. Seulement chacune d'elles possède des qualités particulières qui en rendent l'emploi préférable selon les différents cas. Les premiers rails, on l'a vu, étaient en bois : exposés à la pression des plus lourds convois, ils se détérioraient rapidement ; on a alors été obligé de les recouvrir d'une bande de fer, vissée dans le bois même. Puis, la circulation augmentant toujours et les rails en bois et fer se trouvant de plus en plus exposés à une usure rapide, on a trouvé l'emploi des rails tout en fer beaucoup plus économique, et on les a préférés à ceux en bois et fer seulement.

Nous avons vu que les rails furent primitivement construits en fonte et qu'ensuite on les établit en fer forgé. Aujourd'hui la plupart des constructeurs reconnaissent aux rails en fer forgé des avantages qui leur assurent sur ceux en fonte une supériorité marquée. Ainsi, outre que le fer malléable ne se casse ni se ronge comme la fonte et qu'il ne s'oxyde pas, comme on pourrait le craindre, son emploi offre encore sur celui de la fonte l'avantage important de pouvoir fabriquer les rails beaucoup plus longs, ce qui nécessairement diminue les frais d'assemblage. De plus, comme on peut n'employer pour forger ces rails que du fer de seconde qualité, tandis qu'avec l'autre système il devient nécessaire d'employer la meilleure espèce de fonte, il résulte de leur emploi de grands avantages d'économie et de solidité.

Cependant plusieurs ingénieurs instruits n'ont cessé de proclamer, sous ce rapport, la supériorité de la fonte sur le fer forgé, dans les cas où l'on donnerait aux rails la forme représentée par les *fig.* 19, 20, 21 et 22 (*V.* plus loin). Ils s'appuient sur l'expérience de plusieurs chemins de fer américains sur lesquels des rails de cette espèce, établis depuis 1835, ont eu une durée plus longue que ne l'a été celle des rails en fer forgé, placés dans les mêmes conditions. C'est ainsi que dans le système de M. de Jouffroy, dont il sera traité plus loin, la voie est formée par des rails en fonte évidés intérieurement.

En attendant que cette question importante soit entièrement décidée, on annonce l'invention d'une espèce de rails en bois qui paraitde nature à se substituer à toutes les autres, à moins tou-

tefois que son application usuelle ne révèle des imperfections que n'ont pas encore signalées les différentes expériences tentées jusqu'à ce jour.

Le nouveau système des rails en bois a pour but de diminuer les frais d'établissement des chemins de fer de manière à en généraliser l'usage, même parmi les localités les plus pauvres. Ces rails se composent de pièces de bois de frêne ou de sapin écossais, préalablement solidifiées et durcies à l'aide d'un procédé particulier, et qui consiste à soumettre le bois à la pression d'une pompe aspirante, de manière à en retirer tout l'air et toute l'eau qu'il contient, et à le saturer ensuite d'une solution de fer et de chaux jusqu'à ce qu'il devienne à demi pétrifié et insoluble. Les rails ainsi préparés sont ensuite attachés à des traverses en bois comme sur les chemins de fer ordinaires. Les roues qui parcourent les rails en bois sont les mêmes que celles des voitures qui circulent sur les routes de terre ordinaires; le rebord est supprimé; la machine seule est retenue par quatre roues obliques, dont les rebords pressent à l'intérieur et enclavent les bords des rails, lorsque la voiture vient à incliner vers l'un ou l'autre côté.

Suivant un *mémoire* lu, le 6 janvier 1844, à la *Société des arts* à Londres, les rails en bois posséderaient plusieurs avantages que n'offrent pas les rails ordinaires. Ces derniers, en effet, avantageux sur niveau, le sont peu dès qu'il y a déclivité, à cause du défaut d'adhérence qui existe alors entre la roue et le rail, et qui oblige de maintenir la voie sur un niveau à peu près parfait; l'adhérence, étant plus forte sur le bois que sur le fer, donnerait la possibilité de s'écarter considérablement de ces limites, et permettrait de doter de communications rapides un grand nombre de contrées pauvres, délaissées aujourd'hui, parce que le degré d'activité de leur circulation ne saurait suffire aux dépenses de construction et d'entretien des railways ordinaires (1).

Il existe encore une autre espèce de rails; celle en bois et

(1) La première ligne de railways en bois s'établit en ce moment en Angleterre; elle part de l'une des stations du chemin de Londres à South-Western pour aboutir à Guilfort; sa longueur est de 10 kilomètres. La compagnie qui le construit annonce que les tarifs ne dépasseront pas un demi-penny par mille (moins de 4 centimes par kilomètre).

fer. Cette espèce de rails, fréquemment employée aux Etats-Unis, l'est peu en Europe.

Les rails en bois et fer se composent d'une longuerine en bois, sur laquelle se trouve vissée une bande en fer qui la recouvre. Ils ne conviennent point sur les lignes destinées à être parcourues par des convois rapides et nombreux; ils ne pourraient supporter les ébranlements considérables et multipliés auxquels ceux en fer se trouvent exposés; mais dans les pays où le bois est abondant, comme en Amérique par exemple, et alors qu'il ne s'agit que de suffire à un service modéré de voyageurs à petite vitesse, l'économie dans la dépense première fait souvent une loi de leur usage.

Les rails en bois et fer ont cependant été employés assez souvent en Europe sur des chemins à grande vitesse et d'une circulation très-active, tels que sur ceux de Londres à Bristol, de Leipzig à Dresde, de Heidelberg à Manheim, de Harlem à Leyde, etc.; mais ils ont été auparavant soumis à l'opération que nous venons d'indiquer à l'ocasion du nouveau système des railways tout en bois. Ainsi préparé, le bois devient imperméable à l'action de l'atmosphère, et, bien qu'il offre moins de résistance que le fer et qu'il présente plus de facilité de traction, il ne souffre aucun dommage sensible de la pression ni du mouvement.

De la forme des rails. La première condition que les rails doivent remplir, c'est qu'ils soient disposés de telle sorte, que les roues qui doivent les parcourir ne puissent s'en écarter. A cet effet l'on s'attache à guider les roues sur les rails au moyen des rebords pratiqués sur ces derniers et dont la *fig.* 11 pourra

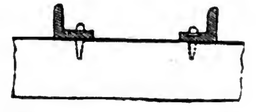


Fig. 11. Rails à bandes plates.

A ce prix les railways en bois pourront être accessibles aux classes pauvres, tout en donnant aux compagnies qui les entreprendront des bénéfices suffisants.

donner une idée. — Comme on le voit, cette espèce de rails, dite à *bandes plates*, est composée d'une partie plate horizontale, sur laquelle passent les roues, et d'une saillie verticale, qui empêche ces dernières de sortir de la voie. Ces chemins sont donc de véritables ornières dans lesquelles se meuvent les voitures. Mais cette forme de rails favorise le séjournement de la poussière et de la boue sur le chemin, ce qui en augmente le frottement : on y a généralement renoncé pour lui substituer celle des rails *saillants*, qui est aujourd'hui la plus généralement employée. Le rebord a été reporté du rail sur la roue. La *fig.* 12 représente en coupe une qualité de rails saillants assez légers et, pour

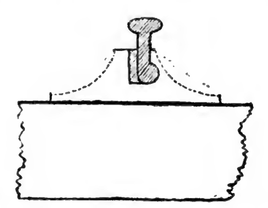


Fig. 12. Rail *saillant* assujetti dans le coussinet.

cette raison, uniquement employés sur des lignes peu susceptibles d'être parcourues par de lourds convois : le poids de ce rail est de 13 kilog. par mètre courant. Il avait été primitivement employé sur le chemin de Lyon à Saint-Etienne ; mais l'énorme tonnage de houille auquel cette ligne livre journellement passage y a fait substituer le rail *Coste* (ainsi nommé du nom de son inventeur), dont nous parlerons bientôt. Peu après l'on imagina, afin de donner plus d'assiette aux roues, d'élargir considérablement la surface du rail. De cette modification sortit la forme représentée en coupe et en plan par les

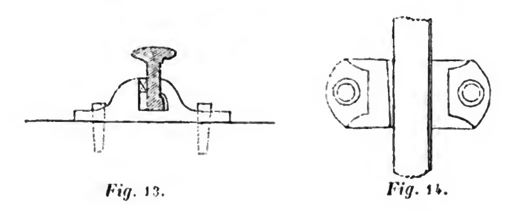


Fig. 13. *Fig.* 14.

fig. 13 et 14. Mais cette espèce de rails présentait un inconvénient très-grave, celui d'être exposée, par le peu de largeur de sa base, à être déversée latéralement par le choc du rebord de la roue, lors des parcours à grande vitesse. Pour y remédier, on résolut d'ajouter dorénavant à la base du rail deux empatements qui devaient en augmenter la stabilité (*fig.* 15). Tous

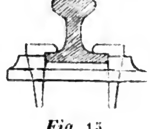


Fig. 15.

les rails s'appellent rails *à champignon*, à cause de la forme particulière que présente leur partie supérieure, laquelle n'est pas sans analogie avec celle de la tête de cette plante.

Mais cette dernière disposition elle-même a été dans ces derniers temps l'objet d'une modification importante. Les rails à double champignon, qui généralement ont remplacé l'ancien système, se recommandent par l'extrême facililé de leur pose. La *fig.* 24, dans le paragraphe qui suit, indique parfaitement la forme et le mode d'assemblage de cette nouvelle espèce de rails.

Les rails à double champignon cependant présentent plusieurs inconvénients, résultant des difficultés nombreuses attachées à leur fabrication (1). C'est ainsi que le champignon, qui

(1) La masse de fer destinée à la fabrication du rail est d'abord passée sous un cylindre dégrossisseur qui la transforme en une barre de section à peu près carrée, dont le côté est moindre que la hauteur du rail et quelquefois moindre que la largeur du champignon. En traversant les cannelures du cylindre finisseur, le fer n'est bien comprimé que dans la partie mince du rail. Il en résulte qu'il se trouve refoulé dans toutes les parties saillantes. — On peut voir tous les détails relatifs à la fabrication des rails dans la *Métallurgie du fer*, par M. Walter, professeur à l'école centrale des arts et manufactures, et dans le *Traité de la fabrication du fer et de la fonte*, de MM. Petiet et Barrault. On peut aussi consulter avec fruit l'excellent ouvrage intitulé *Voyage métallurgique en Angleterre*, de MM. Perdonnet et Coste, édité par L. Mathias.

est la partie du rail la plus exposée à la pression des chariots, est toujours composé d'un fer dont le grain est moins serré et moins résistant que celui dont se compose la tige, laquelle ne doit résister qu'à une pression considérablement moindre. Il résulte de ce fait que les rails à *double champignon* n'offrent pas une durée double des autres, comme on l'avait cru, et qu'ils ne sont pas propres à pouvoir se retourner lorsque après un certain temps l'un des champignons se trouve usé par le passage des convois. La partie inférieure n'est pas usée, il est vrai ; mais, vu la mauvaise qualité du fer dont elle se compose, elle se trouve entièrement détériorée par suite de l'action du poids des convois sur les rails.

Ces défauts ont déterminé M. Coste, directeur du chemin de Lyon à Saint-Etienne, à ramener le rail à une forme qui se rapproche beaucoup de celle d'une simple barre plate dont les angles seraient abattus (*fig.* 16).

Ce rail a pour principal avantage de ne pas présenter cette

Rails Coste.

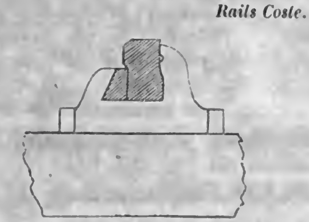


Fig. 16. Rail Coste assujetti dans le coussinet.

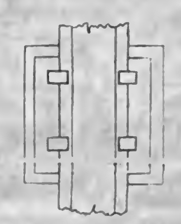


Fig. 17. Plan de cet assujettissement.

inégalité de compression qui compromet si fortement la durée des rails à simple et à double champignon. D'un autre côté, il présente assez de largeur pour résister, dans les courbes, à la pression latérale et pour ne pas entamer les roues des chariots ou des locomotives. Il est muni de bourrelets, au moyen desquels ses extrémités sont maintenues dans un coussinet de la même manière que le sont celles du rail à champignon. Enfin il est le seul qui puisse se retourner sens dessus dessous, lorsque la partie supérieure se trouve usée par suite de passage des convois.

Toutefois, ce rail présente encore des défauts importants

auxquels il n'a pas été jusqu'ici possible de remédier. Ainsi, sa hauteur, qui n'est pas suffisante pour préserver les coussinets du contact des roues, ne pourrait être augmentée, en conservant la largeur, qu'en donnant aux rails un poids considérable, ce qui en augmenterait trop considérablement le prix. D'un autre côté, l'assujettissement de ce même rail dans le coussinet ne présente pas, à beaucoup près, la même solidité que celui des rails à champignon. On remarque aussi que l'angle de ce rail détermine assez rapidement l'usure de la jante des roues, inconvénient que l'on éviterait en arrondissant cet angle, si l'on n'avait à craindre alors de diminuer d'une manière trop sensible la hauteur du rail.

La compagnie du chemin de fer de Versailles (rive gauche) a adopté pour la construction de ce chemin une espèce particulière de rails qui tient le milieu entre le rail à simple champignon et le rail de M. Coste, et qui, sans présenter les mêmes inconvénients que ce dernier, possède une partie de ses avantages.

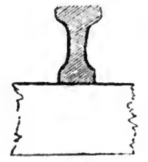


Fig. 18. Rail du chemin de Versailles (rive gauche).

Ce rail est à simple champignon. Sa hauteur et sa largeur sont à peu près égales à la surface de roulement des rails à double champignon ; mais une partie du métal qui sert à composer le second champignon a pu être placée sous le champignon unique de manière à en soutenir les bords et à augmenter l'épaisseur de la tige. L'expérience a prouvé que le champignon, étant ainsi fortifié, résiste mieux à l'écrasement. Il est vrai que, en passant sous le laminoir, la barre n'est pas également comprimée dans toutes ses parties, comme dans le rail de M. Coste ; mais, l'effet de l'inégalité de compression étant d'autant moins sensible que la différence entre l'épaisseur du champignon et celle de la tige est moins grande, ce rail parait devoir réunir tous les avantages de bonne durée et de solidité.

Toutefois rien n'est encore décidé relativement à la somme d'avantages qui pourrait faire prévaloir l'emploi exclusif des rails à simple ou à double champignon, et les différents chemins qui ont été le plus récemment construits avec l'une et l'autre espèce de rails sont à peu près égaux en nombre et en importance.

L'un des inconvénients du rail Coste, et celui peut-être qui a le plus contribué à en limiter l'emploi, c'est que les angles de la tête, n'étant pas arrondis, déterminent l'usure rapide de la jante des roues. Cet inconvénient ne pourrait être évité qu'en augmentant la hauteur du rail, ce qui aurait pour effet d'accroître la quantité trop considérable déjà, de la matière employée à sa fabrication. Le modèle des rails représentés par les *fig.* 19,

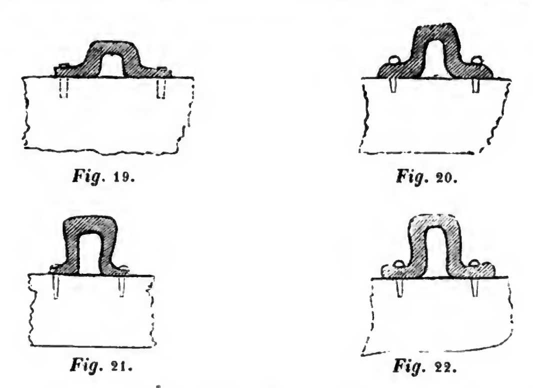


Fig. 19. *Fig.* 20. *Fig.* 21. *Fig.* 22.

20, 21 et 22, de l'invention de M. Brunel, a été conçu dans le but d'éviter, par l'élargissement de la tête du rail et en en arrondissant le bord, tous les inconvénients du rail Coste. De plus on a diminué, par un évidement intérieur, la quantité de matière employée. Ces rails sont destinés à poser directement, sans l'intermédiaire des coussinets, sur des traverses ou longrins, où ils se trouvent fixés au moyen de forts boulons qui, de distance en distance, traversent leurs empatements. Les trois premiers ont été successivement employés par M. Brunel sur le chemin de Londres à Bristol ; mais le rail de la *fig.* 22 est celui sur lequel cet ingénieur s'est arrêté en dernier lieu.

Ce rail cependant a été essayé sans un grand succès sur le chemin de Saint-Germain ; on a reconnu qu'il ne s'opposait pas assez au déversement latéral déterminé par la pression des convois.

Telles sont les différentes espèces de rails généralement employées dans l'établissement des chemins de fer. Les formes représentées par les *fig.* 18 et 25 sont celles dont on fait le plus fréquemment usage sur les grandes lignes destinées à une circulation active et à grande vitesse. Ajoutons encore un mot sur la forme qu'il convient de donner à la surface des rails.

Surface des rails. D'après la forme donnée à la surface de roulement des rails, on distingue les rails à *surface plane* et ceux à *surface bombée.*

Sur les chemins de fer primitifs les rails étaient à surface bombée. Ils ont été remplacés par les rails à surface plane ou américains. Depuis une année ou deux seulement, on en est revenu à la surface bombée (1). — La surface plane a pour principal inconvénient d'augmenter le frottement dans le passage du convoi sur les lignes droites ; cela tient à la forme des roues, rendue légèrement conique, afin de faciliter le passage des convois à grande vitesse dans les courbes à petit rayon. — Les rails sont inclinés vers l'axe de la voie de manière à ce que la surface conique des roues pose sur la surface entière du champignon. Si l'inclinaison de leur surface n'est pas exactement la même que celle du pourtour de la roue (ce qui arrive fréquemment), ou si l'inclinaison diffère entre les deux rails opposés d'une même voie ou entre les rails qui se suivent, il se produit alors, indépendamment de l'augmentation de frottement, ce que nous avons nommé *mouvement de lacet,* et qui consiste en des oscillations transversales, incommodes pour les voyageurs, dangereuses pour le matériel, qu'elles finissent par détériorer entièrement. — L'emploi des rails à surface bombée fait disparaître ces inconvénients, mais en donnant naissance à une autre imperfection, non moins grave : le défaut d'un contact suffisant entre les roues et les rails détermine alors et très-rapidement l'usure de ces derniers.

(1) Les rails des chemins d'Orléans, de Strasbourg et de Rouen sont tous à surface bombée.

Il y a donc lieu de croire que l'on finira par revenir à l'emploi des rails à surface plane, quels que soient les inconvénients auxquels ils peuvent donner lieu.

CAHIER DES CHARGES DE L'ÉTAT POUR LA FOURNITURE DES RAILS.

Le cahier des charges pour la fourniture des rails n'est qu'une annexe du cahier des charges général ; ses principales dispositions peuvent être utiles à connaître, en ce qu'elles déterminent avec précision les qualités nécessaires à la parfaite exécution de cette partie importante du matériel des chemins de fer, les devoirs de l'entrepreneur et la qualité du fer dont il doit faire emploi.

D'après l'art. 1er du cahier des charges de l'Etat, les rails doivent présenter la forme exacte du *gabarit* (1) ou modèle remis au fabricant; leur profil doit être rigoureusement conservé sur toute la longueur des barres et particulièrement à leurs extrémités, qui généralement sont très-exposées à être altérées ou comprimées lors de l'opération du sciage. — L'art. 2 détermine la longueur normale des rails, et il la fixe à $4^{m},50$. Les rails en fonte que l'on employait dans l'origine n'avaient pas plus de 90 centimètres à $1^{m},20$ de longueur, ce qui nuisait beaucoup à la régularité et à l'uni de la voie. En 1820, M. Birkinshaw, en fabriquant ses rails au laminoir, porta leur longueur à $4^{m},50$: c'est encore la plus commune; c'est aussi la plus commode et la plus facilement maniable par les ouvriers. Cette longueur offre l'avantage de moins multiplier les points de jonction ; mais elle est souvent contraire aux intérêts du fabricant par les difficultés extrêmes de la fabrication. Aussi, afin d'indemniser ce dernier du désavantage de la construction des rails de cette longueur, le cahier des charges dont nous nous occupons admet-il 1 barre sur 20 avec une longueur de $3^{m},75$

(1) Le gabarit se compose de deux bouts de rails fixés par des vis aux extrémités d'une barre de fer, dont la longueur est calculée de manière à ce que l'écartement des bouts du rail soit bien exactement celui des rails apposés sur la voie, et que la surface supérieure des bouts de rails se trouve inclinée vers le milieu de la barre du même angle que les rails le sont vers l'axe de la voie. Le gabarit sert aussi à l'opération de la pose de la voie (*V*. au chapitre qui suit).

seulement; mais il est entendu que ces barres plus courtes doivent provenir uniquement de rails fabriqués pour la longueur normale, mais qui auront dû être rognés par suite de défauts à leurs extrémités. Quant au poids du rail, il résulte du modèle dont l'observation a été prescrite au fabricant.

Les art. 3 et 4 ont rapport au mode de fabrication des rails et à la qualité du fer qu'on peut y employer. Cette qualité est de deux espèces : le corps du rail, qui forme les deux tiers du poids total, peut être en fer pudlé brut. Les faces supérieure et inférieure, chacune d'une seule pièce, et qui forment l'autre tiers du poids, doivent être en fer déjà corroyé. Tous les rails mal fabriqués qui seraient mal soudés, pailleux ou criqués sur l'une ou sur l'autre face, ne sont pas admis.

Les rails peuvent être soumis et doivent résister à l'épreuve suivante, qui doit être faite contradictoirement sur une portion de la fourniture déterminée par l'ingénieur : placé librement sur deux appuis de $0^m,08$ de largeur chacun, et espacés entre eux de $1^m,12$ de milieu en milieu, le rail doit pouvoir supporter, dans le milieu de l'intervalle, une charge de 8,000 kilogrammes, sans éprouver de flexion apparente.

D'après l'art. 12, le fabricant doit garantir les rails pendant un an de service sur les voies provisoires, garantie qui s'applique à toute imperfection dans la fabrication dont on ne s'apercevrait pas quand les rails seront livrés par le fabricant. Tout rail qui, pendant le délai ci-dessus stipulé, s'altérerait par quelque cause que ce fût, hors le cas de choc violent constaté, doit être remplacé aux frais du fabricant. Le dernier dixième dû au fournisseur ne doit lui être payé qu'après l'expiration du délai de garantie. — D'après l'art. 13, et dans le cas où le fournisseur n'aurait pas rempli ses obligations aux époques fixées par le cahier des charges, il lui serait imposé, à titre d'indemnité, une retenue du dixième du montant des fournitures non livrées aux époques désignées.

Telles sont les principales d'entre les conditions imposées par l'administration aux adjudicataires pour assurer la bonne fabrication des rails et déterminer la manière dont leur livraison doit s'opérer.

§ 2.

DES CHAIRS OU COUSSINETS.

Les coussinets ne font partie que depuis quelques années seulement du matériel des chemins de fer. « On a d'abord terminé les rails, dit M. Minard (*Leçons sur les chemins de fer à l'école des ponts et chaussées*), par des espèces d'oreilles qui s'appliquaient sur les dés, où on les fixait par des clous; dans ce système, les rails étaient juxtaposés bout à bout. La charge portait, en définitive, sur les quatre extrémités des oreilles; pour peu que les surfaces supérieures de trois dés contigus ne fussent pas dans le même plan, les oreilles portaient à faux, et, la rigidité de la fonte ne permettant pas au système de fléchir, les oreilles, qui recevaient immédiatement l'action des wagons, se rompaient souvent. C'est alors que l'idée vint d'interposer un troisième corps entre le rail et le dé, *afin d'atténuer une partie du choc*. On fit reposer les rails sur les dés par l'intermédiaire d'une pièce de fonte séparée, nommée *chair*, *chaise* ou *coussinet*, que l'on fixait au dé par le moyen de deux chevillettes. » Les rails dont il est ici question sont des rails en fonte, mais ce qu'en dit M. Minard s'applique de même aux rails en fer, avec cette seule différence que dans ceux-ci l'oreille ne se brise pas : c'est la cheville ou le crampon qui se soulève.

Le chair ou coussinet est donc une pièce en fer de fonte qui supporte le rail et qui sert d'intermédiaire entre ce dernier et le support proprement dit. Dans chacune des différentes formes qu'il affecte, son but est toujours d'élargir artificiellement la base du rail, avec lequel on le rend solidaire au moyen de coins, chevilles, etc. Les *fig.* 23 et 24 représentent, la pre-

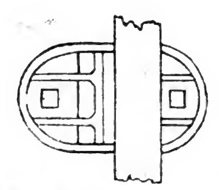


Fig. 23. Plan du coussinet et du rail qui s'y trouve fixé.

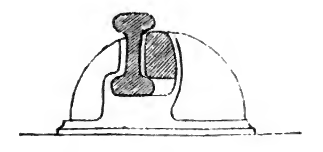


Fig. 24. Coupe du coussinet (rail à double champignon).

mière le plan, la seconde la coupe du coussinet et du rail à double champignon qui s'y trouve assujetti par le moyen d'un coin en bois qui remplit le vide intérieur. Cette forme de coussinets est celle qui est généralement employée aujourd'hui. Les *fig*. 25 et 12 (*V*. § 1er, ***Des rails***) représentent l'ancien système généralement abandonné, et qui diffère du système actuel par la forme des contre-forts latéraux qui étaient concaves au lieu

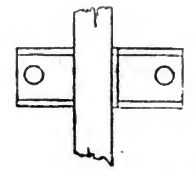


Fig. 25. Coussinet ancien modèle.

d'être convexes, ainsi que par l'inégalité de longueur des deux mêmes empatements. On a été amené à donner cette forme aux coussinets du nouveau modèle, en observant que, par suite du mouvement de *lacet* dont nous avons parlé, la tendance au déversement des rails se manifestait toujours du dedans au dehors. On a donc reporté en dehors des rails la plus grande partie du coussinet, afin d'opposer à cette tendance l'effort le plus énergique. C'est aussi dans ce même but que le coin qui maintient le rail dans le coussinet a été reporté du dedans en dehors des rails.

Les autres formes de coussinets se rapprochent plus ou moins de celle de l'ancien modèle, ainsi qu'on peut le voir par

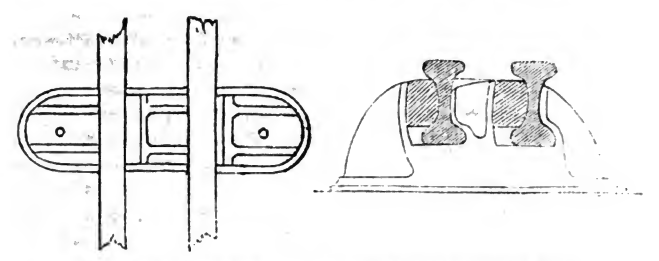


Fig. 26 et 27. Coussinets doubles pour les changements de voie.

les *fig.* 12 et 13. Il est donc inutile de les décrire. Seulement nous donnons ici, par les *fig.* 26 et 27, le modèle d'une autre espèce de coussinet pouvant recevoir deux rails à la fois, et qui est uniquement employée dans les changements de voie, dont nous nous occuperons bientôt.

Les chairs ou coussinets de bonne qualité sont en fonte de première ou deuxième fusion; la fonte doit être tenace et douce à la lime, à grains gris, serrés et homogènes. Voici du reste les principales conditions prescrites aux fabricants pour la fourniture des grandes lignes dont le gouvernement s'est réservé l'exécution. Les art. 1 et 2 sont relatifs aux formes et dimensions des coussinets que déjà nous avons données plus haut. D'après l'art. 3, le poids normal du coussinet, rigoureusement conforme au modèle adopté, devra être fixé d'avance, contradictoirement entre l'ingénieur et le fabricant.

Dans les réceptions il est une tolérance de 3 pour 100 en plus ou en moins sur ce poids; dans cette limite de tolérance les coussinets sont payés d'après leur poids réel; au-dessous ils seront rejetés; au-dessus ils sont acceptés, mais l'excédant de poids n'est pas payé au fournisseur.

L'art. 4 détermine la matière à employer, de la même manière que nous venons de le rapporter. La résistance de la fonte doit être d'au moins 15,000 kilog. par centimètre carré de section, résistance qui est constatée par des expériences contradictoires faites pendant le cours de l'exécution, et toutes les fois que l'ingénieur chargé de la réception le juge convenable. Le fabricant est tenu de se soumettre aux divers modes d'épreuve que l'administration croit devoir adopter. D'après l'art. 5, les surfaces des chairs doivent être nettes et unies ; les jets et les coutures abattus au burin, et les bords ébarbés. La tablette inférieure doit être parfaitement plane, de telle sorte qu'à la pose il ne puisse rester aucun vide entre elle et les dés ou traverses du chemin de fer. D'après l'art. 6, le contact du rail avec les joues ou parois du coussinet doit avoir lieu sur toute l'étendue de la surface contre laquelle il doit porter : en conséquence un bout de rail poinçonné est remis au fournisseur pour le guider dans la fabrication de ses chairs. La vérification des ingénieurs a lieu en faisant passer dans le chair un calibre en tôle parfaitement exact.

On donne encore le nom de coussinets aux pièces qui sup-

portent l'extrémité des essieux des roues des voitures et des wagons. On appelle aussi de ce nom, dans les machines, les pièces sur lesquelles portent les axes ou arbres animés d'un mouvement de rotation.

§ 3.

DES COINS.

La solidarité du rail et du coussinet s'obtient, indépendamment de la forme particulière de ces deux corps, par le moyen du *coin*. Le coin est une pièce de forme parallélogramme, en

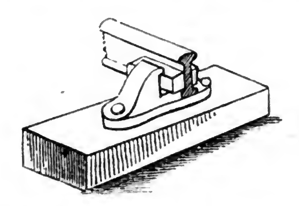


Fig. 28. Mode d'assemblage du rail et du coussinet.

fer ou en bois, qui se place entre le corps du rail et les parois du coussinet. Sa dimension doit être un peu plus forte que celle de l'espace qu'il est destiné à occuper. On l'enfonce à coups de marteau, de manière à exercer contre les parois de l'espace où on l'introduit, une pression suffisante pour que tout l'appareil puisse résister aux efforts qui tendent à le désunir. On a généralement renoncé aux coins en fer pour n'employer que des coins en bois. Le bois destiné à former le coin est coupé dans le bloc, de manière à lui conserver toute sa force de résistance; on l'introduit ensuite dans des moules coniques par le moyen d'une presse hydraulique d'une grande puissance; là il est soumis à l'action d'un courant de vapeur à basse pression; puis, après un temps fixé, il est retiré des moules et emmagasiné dans un endroit sec. Ce procédé, employé pour la première fois par M. Cubitt, ingénieur anglais, est assez généralement en usage aujourd'hui. L'importance du rôle que joue le coin dans le mode d'assemblage des chemins de fer, rend nécessaire la rigide observation du mode prescrit pour sa confection. Les

coins en fer employés dans l'origine ne serraient qu'imparfaitement le rail et le chair, et faisaient souvent éclater ce dernier. On leur a d'abord substitué des coins en bois qui n'étaient soumis à aucune préparation et qui, en diminuant de volume dans les temps de sécheresse, laissaient du jeu au rail, et contribuaient ainsi à augmenter le frottement et à détériorer le matériel de transport. Le mode actuel, employé pour la première fois sur le chemin de fer de Londres à Douvres, paraît obvier à tous ces inconvénients et maintenir en toute saison, entre le chair et le rail, une pression constante et régulière.

Les coins se placent toujours à l'extérieur de la voie, afin d'opposer une résistance plus grande au déversement qui, par suite du mouvement de lacet dont nous parlions tantôt, tend toujours à agir du dedans en dehors.

§ 4.

DES CHEVILLES.

Les chevilles qui servent à fixer les coussinets et les traverses, d'après le mode indiqué dans la *fig*. 28, sont ordinairement en fer et quelquefois en bois. — Ces chevilles étaient d'abord faites à la main, ce qui en augmentait le prix; puis la pointe a été faite au marteau mécanique; enfin la tête se fabrique maintenant à la machine. Toutefois il reste encore à trouver un procédé pour donner à la pointe, mécaniquement et d'un seul coup, une conicité suffisante pour l'usage des traverses de bois.

Déjà nous avons vu que les inconvénients graves produits par les attaches en fer avaient tourné les recherches sur les moyens de substitution du bois au fer pour fixer l'assemblage du matériel de la voie. Les chevilles de bois ne font pas un bon service, employées à l'état naturel; dans les temps secs, elle se dessèchent et perdent une partie de leur volume, ce qui laisse du jeu aux chairs et détermine des altérations de matériel. Mais tout imparfaites que soient les chevilles en bois dans leur état ordinaire, les défauts des chevilles en fer sont si grands, qu'ils ont fait préférer les premières par plusieurs ingénieurs, par M. Seguin entre autres, qui continue d'en faire usage.

Sur le chemin de Londres à Douvres, dont nous avons déjà

parlé, on a employé avec succès des chevilles en bois comprimées par le même système que les coins. Les chevilles préparées de la sorte sont employées en dressant d'abord sur la traverse deux places destinées à recevoir les coussinets, puis en perçant dans cette traverse un premier trou au moyen d'un petit instrument extrêmement simple, et qui consiste en une tarière jouant dans l'intérieur d'un cylindre : le trou percé par l'instrument est de quelques millimètres inférieur au diamètre de la cheville, que l'on enfonce alors à coups de marteau, de manière à exercer autour de sa circonférence une très-grande pression.

Quoi qu'il en soit des avantages et des inconvénients réels de l'emploi des chevilles en fer ou en bois, les premières ont été employées sur presque toutes les grandes lignes de chemins de fer existants : l'usage des chevilles en bois n'est pas encore assez généralement répandu, pour que l'on puisse condamner les chevilles en fer sans appel.

Les chevilles en fer sont quelquefois remplacées par des *crampons* de même matière. Les crampons sont des morceaux de fer plats, coudés par les deux bouts en forme d'équerre et se terminant en pointe à chaque extrémité de la même manière qu'un clou. Mais c'est sur les chemins à supports continus, dont il nous reste à parler avant de terminer ce chapitre, que l'on fait le plus fréquemment usage du crampon.

§ 5.

DES DÉS ET TRAVERSES.

Le rail étant ainsi assujetti dans le coussinet, il ne s'agit plus que de déterminer le système des supports à placer entre le sol et lui. — Ces supports peuvent se rapporter à deux principaux, qui sont les *dés en pierre* et les *traverses en bois*. Nous laissons de côté le système américain à supports continus dont il sera bientôt traité.

On a reconnu depuis longtemps que, pour économiser la force et éviter les secousses sur les chemins de fer, il y a de grands avantages à employer des corps élastiques. Les dés en pierre, présentant l'inconvénient de former une masse dépourvue de toute élasticité, ne doivent par conséquent être em-

ployés que dans le cas d'absolue nécessité, lorsque le bois manque totalement ou que son prix est trop élevé, alors qu'il est nécessaire d'apporter dans l'exécution des travaux une extrême économie.— Le manque d'élasticité des dés en pierre s'aggravant à mesure qu'on augmente davantage leurs dimensions, il faut s'attacher, dans le cas que nous supposons, à n'employer que des dés de petite dimension. Les dés exigeant de plus une grande ténacité, ils doivent être extraits de bancs durs, homogènes et ne présentant aucune trace de fissure; en Angleterre, où les lignes primitivement établies sont construites dans ce système, les dés sont en granit, en grès ou en roches calcaires d'ancienne formation. Sur le chemin de Lyon à Saint-Etienne, les dés sont formés de grès provenant des terrains houilleux; sur celui de Roanne, on a employé du granit.

Les dimensions des dés sont, en moyenne, de 30 centimètres de hauteur sur 60 de côté. On les pose en général *diagonalement*, c'est-à-dire que le rail suit leur diagonale. Cette disposition présente plus de résistance, mais gêne un peu l'entretien de la voie. Sur quelques chemins on a placé, entre le chair et le dé, un carton ou une épaisse étoffe de laine, afin d'amortir les secousses. Mais l'utilité de ce procédé est encore très-douteuse. Les dés n'exigent d'autre régularité dans leur confection que sous le rapport de la base, qui doit être assez large pour qu'ils puissent présenter la plus grande stabilité possible.

Les traverses sont des pièces de bois placées sur le sol perpendiculairement à la direction de la voie, ainsi que l'indique, au chapitre qui suit, la *fig.* 29. C'est sur les traverses que reposent les rails, par l'intermédiaire des coussinets. — Toutes les essences résineuses ou à longues fibres, telles que les pins du Nord, le chêne, le peuplier, peuvent servir à la confection des traverses. Elles s'obtiennent en fendant des rondins de 20 à 30 centimètres de diamètre, et d'une longueur qui dépasse de plusieurs centimètres de chaque côté la longueur de la voie. Ainsi une voie ordinaire, large de $1^{m},44$, doit être posée sur des traverses présentant une longueur de $1^{m},90$ au moins. Tout équarissage régulier est inutile; seulement la stabilité de la pose exige que le côté posé sur le sol présente une surface à peu près plane. — Les traverses ont sur les dés l'avantage d'une élasticité plus grande et celui de maintenir parfaitement

la distance entre les deux cours de rails; le roulage y est plus doux, moins bruyant et moins fatigant pour les voyageurs que sur les dés en pierre, et les rails, comme tout le matériel généralement, paraissent s'y détériorer beaucoup moins vite.

Plusieurs constructeurs anglais préfèrent à ce genre de traverses des pièces de bois triangulaires (1), placées dans l'ensablement par leur angle droit et dont le sommet est tourné du côté du sol, au niveau de l'ensablement, pour y recevoir les coussinets. Ces constructeurs reconnaissent à cette disposition particulière de la traverse un double avantage sur celle le plus ordinairement suivie : d'abord une économie de moitié sur le bois employé, et ensuite l'entretien et le nivellement de la voie rendus plus faciles par la position du triangle, enfoncé dans le sol par son angle droit. Néanmoins l'ancien système continue à être le plus généralement adopté.

L'extrait suivant du cahier des charges de l'Etat indique les qualités que doivent posséder les traverses pour pouvoir entrer dans la construction des chemins de fer. L'Etat n'admet pour la construction des grandes lignes de chemin de fer que des traverses en bois de chêne. D'après l'art. 1, elles devront porter 2m,20 de longueur, 32 centimètres de largeur et 16 d'épaisseur. Un dixième de tolérance en plus ou en moins dans chaque mesure est accordé à l'adjudicataire. L'art. 2 rejette les pièces qui dépasseraient cette tolérance. D'après l'art. 3, les traverses seront en bois de chêne de 1re qualité, ayant au moins un an d'abatage; il sera flotté et devra peser, au moment de la livraison, 60 à 65 livres le pied cube (930 kilog. le stère). Les articles qui suivent déterminent les qualités exigées de chaque traverse : ainsi elle devra être équarrie de telle manière,

(1) On se procure, pour former ces espèces de traverses, des pièces de bois carrées, ayant même base et même hauteur ; puis, avec deux traits de scie en diagonale, on obtient quatre traverses triangulaires ayant même base et même hauteur que les traverses rectangulaires généralement employées. L'idée des supports triangulaires est attribuée à M. Reynolds : elle a été appliquée par lui à des supports continus dans le sens de la longueur de la voie. Plus récemment on l'a fait servir aux supports transversaux sur le chemin de Londres à Douvres, et successivement sur les lignes anglaises les plus récemment construites.

qu'il ne reste que le moins d'écorce et d'aubier possible ; aucune pièce ne devra avoir de nœud dont le centre serait à moins de 30 centimètres de son extrémité ; celles qui seraient gercées ou fendues à plus de deux centimètres de leur extrémité seront refusées; leurs extrémités doivent être coupées carrément, sans biais ni biseau. D'après l'art. 8, chaque traverse sera cubée séparément et soumise à une réception spéciale. Enfin l'art. 9 porte que, lorsqu'il y aura dans la fourniture plus d'un dixième des pièces refusées, le fournisseur sera tenu de payer à titre d'indemnité 25 pour 100 du prix total de la fourniture.

§ 6.

DU SYSTÈME DE CHEMINS A SUPPORTS CONTINUS.

Ce système diffère du précédent en ce que le rail, au lieu de reposer de distance en distance sur des coussinets servant d'intermédiaire entre le sol et lui, repose directement et dans toute sa longueur sur des longuerines en bois posées sur le sol. Ces longuerines sont reliées de distance en distance par des traverses, qui maintiennent la régularité de l'écartement sur des deux cours de rails, et forment un ensemble qui repose directement sur l'ensablement de la voie.

Cet ensemble de longuerines et de traverses forme un excellent support qui peut reposer directement sur le sol, pourvu que l'assemblage ait eu lieu de telle sorte, que la surface des longuerines soit de niveau avec celle des traverses. Ce système a été employé sur la plupart des chemins américains, sur le *Great-Western* en Angleterre, et sur plusieurs autres chemins moins importants, et en Allemagne sur celui de Leipzig à Magdebourg. Sur un grand nombre de lignes construites en Amérique, on a encore ajouté un second rang de longuerines, de sorte qu'une première longuerine étant couchée sur le sol, elle porte des traverses qui supportent elles-mêmes une seconde longuerine à laquelle le rail est attaché. Cette augmentation de supports a pour effet d'augmenter l'élasticité du chemin et de donner par conséquent plus de douceur à la locomotion.

Le seul reproche que l'on ait fait à ce système, c'est qu'il absorbe une immense quantité de bois, et qu'il est par conséquent très-coûteux à appliquer dans les pays où cette matière

ne vient pas abondamment : car aucun autre ne réunit au même degré les conditions essentielles de stabilité et d'élasticité qui constituent la perfection dans le mode d'assujettissement de la voie.

Les rails employés dans le système à supports continus se rapprochent, quant à la forme, de ceux représentés par les *fig.* 19, 20, 21, 22 et 15. Cette dernière figure représente le mode d'assemblage de ces rails, lesquels sont fixés directement à la traverse au moyen de crampons en fer. L'Amérique est le seul pays où le système de chemins de fer à supports continus soit généralement employé.

Tels sont les différents systèmes qui servent à l'établissement de la voie. A l'exception de celui dont il vient d'être question, le système à supports continus, aucun ne peut donner à la voie le degré de stabilité qu'elle doit présenter pour résister au grand mouvement auquel elle se trouve exposée, pour en empêcher la prompte détérioration et diminuer la cherté de son entretien. C'est assez dire qu'il n'est pas impossible que d'un moment à l'autre, et par la puissante impulsion que les voies nouvelles ont donnée à l'activité de l'intelligence humaine, le système actuel de construction des chemins de fer ne subisse une complète transformation.

Le problème de l'établissement d'une voie parfaite recevrait sa solution par les chemins à supports continus sans l'inconvénient capital que présente ce système : le prix très-élevé de sa construction. Peut-être serait-il possible d'y remédier, et de diminuer la dépense en augmentant la durée des bois par les procédés employés en diverses circonstances? C'est une expérience à faire. Peut-être aussi pourrait-on remplacer les traverses en bois qui relient les longuerines par un système d'étriers, de cales et de boulons, où la fonte et le fer forgé joueraient le même rôle. Ces moyens plusieurs fois proposés attendent encore une application pratique. Maintenant il nous reste à traiter plus particulièrement des différents systèmes d'établissement de la voie.

CHAPITRE III.

ÉTABLISSEMENT ET ENTRETIEN DE LA VOIE.

Pose de la voie; nouveau système de M. W. Cubitt. — Des changements de voie. — De la réception de la voie. — De l'entretien de la voie.

La pose de la voie est l'opération par laquelle se termine la construction d'un chemin de fer. Si elle n'est pas la plus difficile, elle est au moins la plus importante, et l'une de celles qui réclament le plus vivement le savoir et les soins de l'ingénieur, car c'est d'elle que dépend en grande partie le succès économique de l'exploitation. Une voie posée avec négligence donne lieu à des frais d'entretien considérables; elle rend le mouvement des voitures fatigant pour les voyageurs et peut même déterminer de graves accidents. Il pourra donc être utile de rapporter les divers systèmes employés pour cette opération, en indiquant ceux que leurs avantages économiques ont fait le plus généralement préférer.

On distingue dans la pratique deux espèces de poses, la pose *volante* et la pose *fixe*. La pose volante s'applique aux chemins de fer provisoires, employés pendant la construction de la ligne au transport des terres et des matériaux. La pose fixe est celle des chemins définitifs destinés au transport des voyageurs et des marchandises. C'est de cette dernière principalement que nous aurons à nous occuper ici : la pose volante n'exigeant à beaucoup près ni la même précision ni la même solidité. Le système à *supports discontinus* dans lequel les rails reposent de distance en distance sur des appuis en fer, étant le plus généralement employé dans nos contrées, c'est de lui que nous aurons à nous occuper le plus particulièrement.

§ 1.

POSE DE LA VOIE.

Quatre opérations principales constituent la pose de la voie; ce sont :

Le sabotage,
La pose des supports ou traverses,
Celle des rails,
L'ensablement.

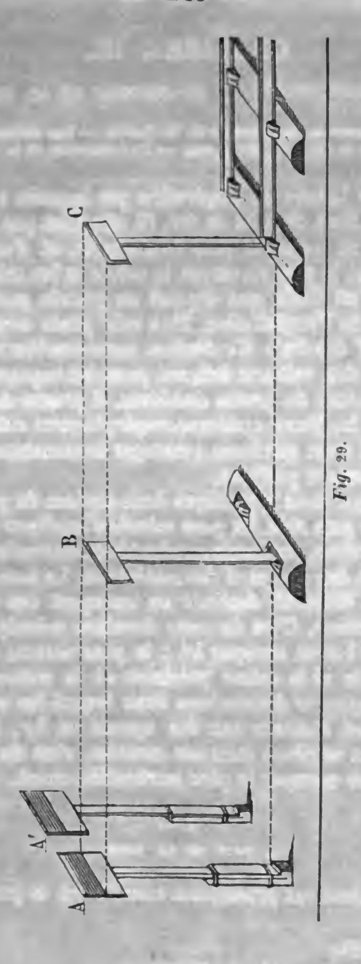


Fig. 29.

Du sabotage. L'opération du sabotage, qui précède la pose et qui a lieu dans des chantiers spéciaux, a pour objet de clouer au dé, ou de fixer à la traverse, les coussinets destinés à supporter les rails : c'est du plus ou du moins de soin apporté par les ouvriers dans cette opération que dépend la solidité de l'assemblage du rail avec le dé ou la traverse, ainsi que l'inclinaison constante que l'on donne toujours au rail vers l'axe de la voie.

C'est de la traverse principalement que le rail doit tenir son inclinaison, la surface de roulement du rail étant ordinairement perpendiculaire à sa hauteur, et la base du coussinet n'ayant pas non plus d'inclinaison qui lui soit propre. La pente nécessaire s'obtient par le moyen d'une entaille que les ouvriers chargés du sabotage pratiquent à la partie supérieure de l'arrondissement de la traverse. C'est dans cette entaille qu'est posé le coussinet.

Nous donnons ici les meilleurs systèmes à employer dans l'opération du sabotage et dans celle de la pose de la voie proprement dite, d'après le *Portefeuille de l'ingénieur des chemins de fer*. Cet ouvrage excellent, fruit de l'expérience de deux praticiens consommés, MM. Perdonnet et Polonceau, ne saurait être assez consulté par quiconque cherche à connaître tous les détails de l'établissement d'un chemin de fer.

« Pour tracer avec précision, à la partie supérieure de la traverse, l'entaille destinée à recevoir le coussinet, on se sert d'un *gabarit* (1) ; un coussinet est alors fixé sur chaque bout du rail par un coin, comme le sont les coussinets aux rails sur le chemin. On le fait reposer sur la traverse à saboter par les bases des coussinets que l'on place à des distances à peu près égales des extrémités de la traverse, et on trace les entailles. Puis le gabarit est enlevé, et l'ouvrier pratique l'entaille en lui donnant à la simple vue une inclinaison qui diffère peu de celle qui est exigée. Le gabarit muni de ses coussinets est alors présenté de nouveau et l'entaille retouchée, jusqu'à ce que le coussinet pèse bien sur le fond. L'ouvrier perce alors le trou des chevilles en maintenant le gabarit en place, il enfonce les chevilles, enlève les coins et retire le gabarit.

(1) Nous avons déjà parlé de cet appareil, décrit par la note de la page 227.

» En Angleterre, sur quelques chemins que nous avons visités, on avait posé les traverses après y avoir pratiqué simplement les entailles; puis on avait posé les coussinets et placé les rails et chevilles. Ce mode est plus simple que celui que nous indiquons, mais il a pour résultat de rendre la pose moins régulière que lorsque les traverses ont été sabotées à l'avance. Du reste, quelque marche que l'on suive, il est rare que toutes les entailles soient régulières, et il en résulte de fâcheuses variations dans l'inclinaison des rails.

» *Pose des supports ou traverses.* La direction et la hauteur des voies à poser sont toujours indiquées au moyen de piquets placés dans l'axe de chaque voie. Ces piquets doivent être plus rapprochés dans les courbes que dans les lignes droites. La surface de la tête du piquet doit être à la hauteur de la surface des rails.

» Avant de poser les traverses, les poseurs doivent abaisser ou élever à la hauteur convenable et pilonner la partie de la couche de sable sur laquelle chacune d'elles doit être assise. La traverse étant ensuite posée, ils doivent la damer; mais il ne faut la frapper qu'avec de certains ménagements, car le sol étant trop tassé se durcit au point, que la traverse bondit à chaque coup de dame, et que les chevillettes des coussinets se détachent.

» La traverse établie de cette manière sur le sol, et le rail étant placé dans les coussinets, on la relève au niveau convenable en bourrant en dessous du sable avec une pioche en bois. Il faut alors, ainsi que lorsqu'on pilonne le sable sous la traverse avant de la poser, faire en sorte que le terrain, sur une longueur de 40 centimètres environ à chaque extrémité de la traverse, soit plus comprimé qu'au milieu. La voie perdrait bientôt toute sa solidité si l'on n'avait eu soin de prendre cette précaution.

» Et en effet les convois pressent directement les extrémités et indirectement le milieu. De sorte que si la résistance est égale sur toute la longueur de la traverse, le sol tassant sous ses extrémités, elle ne porte bientôt plus qu'en son milieu. Dès lors au passage de chaque roue d'un convoi elle fléchit, frappe le sol de ses extrémités et se redresse en rejetant le sable qui la recouvre. Le mal alors s'aggrave promptement, et la voie perd toute sa stabilité.

» *Pose des rails.* On plante dans le sol et en avant des rails et

dans l'alignement de chacun d'eux un piquet ferré, que l'on enfonce jusqu'à ce que la saillie qu'il porte à sa partie inférieure soit au niveau de la hauteur que doit avoir la surface des rails.

» Sur cette saillie, on pose deux nivelettes A A', que l'on attache verticalement au piquet. — Ces nivelettes ont leur planchette peinte en deux couleurs, la partie inférieure en blanc, la partie supérieure en rouge ou en noir (V. *fig.* 29).

» Les ouvriers ont entre les mains deux autres nivelettes B et C, dont la planchette est d'une seule couleur. La hauteur de l'une, C, est égale à la hauteur de la nivelette A, depuis son pied jusqu'au sommet de la partie blanche; la hauteur de l'autre, B, est égale à celle de C, augmentée de la hauteur du rail. Pour continuer la voie, le chef ouvrier prend la nivelette C et la pose sur l'extrémité du dernier rail de la portion déjà établie. Il fait placer une traverse de joint à la distance d'un rail, et en règle la hauteur au moyen de la nivelette B, que tient un des ouvriers sur le fond des coussinets. L'alignement est donné au moyen d'un cordeau. On pose ensuite les traverses intermédiaires, au moyen d'une règle en sapin qui doit généralement avoir les dimensions du rail en longueur et en hauteur. On place alors les rails dans les coussinets, après avoir damé les traverses, et on chasse les coins.

» Plusieurs rails étant ainsi placés et provisoirement *coincés*, on vérifie la direction de la voie; si elle ne paraît pas bien régulière, on la rectifie en poussant les traverses à droite ou à gauche de l'axe dans le plan du chemin avec les pinces; puis on régularise la hauteur des traverses, et on les assujettit définitivement en bourrant de nouveau le sable au moyen de pilons » (*Portefeuille de l'ingénieur*, par MM. Perdonnet et Polonceau).

Il nous reste maintenant à nous occuper des précautions à observer dans la pose de la voie sur les parties exceptionnelles que rencontre le chemin :

Sur les courbes et les remblais;

Sur les ouvrages d'art;

Et enfin à la traversée des routes ordinaires.

Pour poser la voie dans les *courbes*, on élève le rail extérieur de chacune des voies au-dessus du niveau du rail intérieur, afin de contre-balancer l'action de la force centrifuge. La différence qu'il faut établir entre la hauteur du rail extérieur et celui

intérieur dépend du rayon de la courbe et de la vitesse ordinaire des convois.

Sur les remblais, le rail placé à côté du talus est ordinairement tenu plus élevé que celui du côté de l'entre-voie, afin de rendre fréquentes les réparations résultant du tassement inévitable des remblais dans les premiers temps de l'exploitation.

Sur les ouvrages d'art, la pose doit être étudiée avec soin, afin de neutraliser autant que possible les effets de la vibration que les convois ressentent toujours en les traversant. Il convient d'interposer à cet effet, entre la maçonnerie et la voie, une couche de sable d'une grande épaisseur. Les ponts ou estacades en charpente réclament une épaisse couche de sable : cette masse inerte facilite le redressement de la voie, et donne à ce genre d'ouvrages une stabilité qui lui manque. Sur certains ponts en bois où l'on avait fixé directement les rails au tablier, la voie, en se dérangeant par suite du jeu inévitable du bois, est devenue très-mauvaise; les coussinets et les assemblages des rails qui ont pris du jeu sont devenus très-difficiles.

Sur quelques ouvrages d'art du chemin de Strabourg à Bâle, on a remplacé les rails par des barres de fer carrées vissés à des longuerines. La pression des convois se trouvant alors répartie sur une très-petite surface, le bois se mâche sous le rail; et, comme il est d'ailleurs exposé aux alternatives d'humidité et de sécheresse, il perd bientôt sa consistance, les vis sur lesquelles passent les roues ne tardent pas à prendre du jeu, et il faut les remplacer par des boulons. En pareil cas, on a employé, au chemin de fer de Rouen, des rails évidés dans le système Brunel (*fig.* 18 à 21), et l'expérience a prouvé que cette disposition était de beaucoup préférable à celle du chemin de Strasbourg.

Pose de la voie à la traversée des routes ordinaires. Lorsque le chemin vient à rencontrer une route ou un chemin ordinaire, et que la différence de niveau n'est point assez considérable pour opérer la traversée à l'aide d'un pont, soit en dessus soit en dessous de la route, on répartit la pente de telle manière, que la traversée s'opère de niveau, c'est-à-dire que les rails et la route soient à la même hauteur. Les rails devant être en saillie au-dessus du sol du chemin de fer afin de livrer le passage au rebord des roues des voitures, on est obligé de prendre quelques précautions pour les garantir contre le choc des voitures de la

route, qui pourraient en passant les briser ou du moins les déverser. Pour cela, on place les rails à peu près à fleur de la route, dans des rainures qui laissent aux rebords des roues un jeu suffisant. — Pour établir ces rainures, on place chaque rail entre deux plaques de fonte, posées de champ, réunies par des boulons et laissant une distance d'environ quatre centimètres entre elles et le rail. La *fig.* 30 représente cette

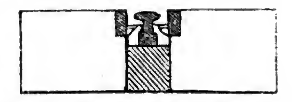


Fig. 30. Disposition de la voie à la traversée des routes ordinaires.

disposition. On voit que ces plaques, dont le dessus effleure la partie supérieure du rail, servent à retenir l'empierrement de la route et à garantir les rails du choc des roues des voitures ordinaires, qui, en suivant la route, traversent le chemin de fer et passent par-dessus le rail. Quelquefois cependant ces plaques sont remplacées par des pièces de bois un peu plus élevées que le rail, ou bien encore, s'il s'agit d'une chaussée pavée, les pavés forment, en ce cas, autant de petites chaussées dans les intervalles des rails, et ils s'abaissent brusquement contre eux en dedans de la voie, afin de laisser un libre passage aux rebords des roues. Cependant la première disposition est celle que l'on adopte le plus généralement; elle est plus simple à établir et, de plus, préserve mieux les rails de toute détérioration.

D'après le cahier des charges, la sur-élévation ou l'abaissement des rails par rapport à la chaussée est fixé à 3 centimètres au plus. Les cantonniers sont tenus d'avoir un soin extrême de la voie à la traversée des routes : les rainures doivent être à chaque instant nettoyées pour empêcher qu'elles ne se remplissent de poussière, de terres ou de pierrailles provenant de la route.

La pose de la voie sur les chemins de fer se fait généralement à la tâche par des brigades de poseurs composées ordinairement chacune de huit hommes, dont un chef poseur et sept poseurs. Cette opération a été payée par mètre courant : sur le chemin de Versailles 75 centimes, sur celui de Strasbourg 42

centimes, et sur celui de Lille à la frontière belge 46 centimes.

De l'ensablement. Les rails étant définitivement posés, on termine l'ensablement de telle façon, qu'il y ait du sable en assez grande quantité pour que les traverses en soient entièrement couvertes, et que la couche soit bombée au milieu des voies et dans l'entre-voie. Cette nouvelle couche de sable empêche les traverses de se pourrir par les alternatives de sécheresse et d'humidité, et conserve à la couche inférieure une humidité qui lui donne la consistance nécessaire. La portion convexe qui paraît superflue est bientôt employée par l'entretien.

On ne saurait trop insister sur la nécessité de bien ensabler les chemins de fer, car c'est le plus sûr moyen de diminuer les frais d'entretien et de rendre les accidents moins fréquents et moins graves; si, dans les courbes, la voie est mal ensablée, les traverses se déplacent latéralement, et il peut en résulter des déraillements, qui sont d'autant plus dangereux que l'ensablement est moins parfait. Le sable est en effet le meilleur obstacle que l'on puisse opposer au mouvement des roues. Lorsqu'un convoi vient à sortir de la voie : il s'arrêtera graduellement, sans secousse et par conséquent sans danger, si la couche de sable est épaisse. Si au contraire elle ne l'est pas suffisamment, les roues de la machine ou du wagon rencontreront les traverses et seront bientôt brisées par le choc.

Dans certaines localités on ne peut se pourvoir de bon sable qu'à des prix fort élevés. Le meilleur, composé de grains de moyenne grandeur, assez durs pour ne pas être écrasés et réduits en poudre, contient une petite quantité d'argile qui lui donne de la consistance et l'empêche d'être soulevé par le vent.

DU SYSTÈME DE M. CUBITT.

Dans la construction du chemin de fer de Londres à Douvres, un ingénieur dont le nom est célèbre en Angleterre, M. W. Cubitt, s'est écarté sous plusieurs points des principes ci-dessus énoncés. L'expérience ayant sanctionné quelques-uns des procédés employés par cet ingénieur, nous ne pouvons nous dispenser de les indiquer ici, d'après la description qu'en a donnée le savant ingénieur M. Mamby.

« Contrairement aux usages généralement suivis jusqu'ici,

M. W. Cubitt a adopté des *sleepers* (1) en bois de forme triangulaire, débités par le moyen de deux coups de scie en diagonale, dans des madriers de sapin du Nord, de 30 à 35 centimètres carrés. Ces sleepers ou traverses sont placés avec l'angle en bas ce qui leur donne autant de base ou d'assiette qu'à des traverses de forme rectangulaire qui contiendraient deux fois autant de bois, et permet de refouler le ballast avec beaucoup de précision, et de maintenir le nivellement de la voie sans exiger aucun relèvement ou déplacement quelconque. Pour la France, où l'on se sert de bois ronds, on obtiendrait les mêmes avantages de stabilité, en débitant les pièces par le milieu et en plaçant l'aubier au-dessous.

» Sur le chemin de Douvres, les madriers employés en premier lieu n'étant qu'ébauchés à la hache, M. W. Cubitt fit redresser et dégauchir les places qui devaient recevoir les coussinets. Cette opération se faisant à la main, les sleepers ainsi préparés n'étaient reçus qu'autant que deux règles, frottées d'ocre et retenues fermement à l'écartement des rails parallèles, posaient partout, et accusaient, par les traces qu'elles laissaient après elles, qu'il y avait contact parfait et que l'exactitude demandée était obtenue.

» Les traverses une fois dressées, et percées à l'avance d'un seul trou, on les place sur le terrain où le chair est posé, et la cheville correspondante au trou enfoncée. On place alors le rail dans le chair, et, le sleeper ayant été définitivement fixé, on chasse d'une manière permanente le coin de chaque coussinet (ce coin, en bois de sapin, est comprimé dans des moules spéciaux et préparés à la vapeur comme les chevilles; seulement, la compression est limitée à 20 pour cent). — Par le fait de l'opération que nous venons de décrire, l'un des rails qui doivent composer la voie se trouve placé d'une manière définitive, et le coussinet est ramené par l'action du coin à la position dans laquelle sa portée contre le rail se trouve parfaite. Alors seulement on perce le second trou qui sert à placer la cheville qui doit fixer la seconde patte du coussinet.

» L'opération du percement des trous se fait de la manière

(1) *Sleepers*, mot anglais qui signifie *dormeurs*, et que les constructeurs de l'Angleterre emploient pour désigner les supports ou traverses.

suivante : un porte-outil à trois pieds, reposant sur la traverse et consistant en un tube dont l'extrémité s'ajuste parfaitement dans le trou du coussinet, et dont le diamètre est d'environ 4 millimètres inférieur à celui de la cheville, est introduit dans le trou du chair. L'outil en place, on fait agir la tarière et l'on perce dans le bois du sleeper un trou qui est nécessairement vertical et concentrique avec celui du chair, et dont le diamètre est, ainsi que nous l'avons dit pour la dimension du tube, de 4 millimètres plus petit que le diamètre de la cheville qu'il doit recevoir. Dans le cas du coussinet de joint, on met deux chevilles intérieures au lieu d'une.

» Pour la pose du second rail, on pose les coussinets à peu près à leur place sur les traverses, on passe les rails dedans et l'on frappe les coins; puis, pour fixer d'une manière régulière la position du rail, on se sert d'un crampon d'écartement qui enserre le rail entre chaque coussinet.

»La position du rail étant ainsi déterminée d'une manière précise, on perce les trous avec le porte-outil, de la même manière qu'on a percé précédemment le second trou du premier. »

Tel est en résumé le système de pose de M. W. Cubitt. La grande expérience que les constructeurs d'Angleterre possèdent sur ce sujet leur a fait abandonner presque complétement le système des attaches en fer. Ces attaches, par suite de l'imperfection de leur exécution primitive (imperfection inévitable du reste dans toute fabrication importante dont le but principal est l'économie), subissent, dans le système actuel, une altération rapide. Les chevilles, une fois posées, ne remplissant pas exactement les trous ménagés dans le coussinet pour les recevoir, l'effet tout naturel de ce manque d'adhérence est de permettre entre la cheville et le trou du coussinet un suintement d'eau qui détermine la prompte oxydation de ces deux corps. Que l'on joigne à cette cause de destruction l'ébranlement général causé par le passage du convoi, et l'on aura une idée des dépenses considérables d'entretien et de réparation occasionnées par le système de pose suivi jusqu'ici.

Les inconvénients qui résultent de la manière grossière dont les coussinets s'exécutent sont aussi graves que ceux qui viennent d'être signalés pour les chevilles : les principaux sont le défaut de solidarité du coussinet avec la traverse et avec le rail,

le défaut de parallélisme des rails correspondant entre eux, et le défaut d'uniformité dans l'inclinaison obligée des rails à l'intérieur de la voie.

Ces inconvénients si graves, et desquels résulte l'état d'infériorité dans lequel stationne depuis tant d'années la science de la construction des chemins de fer, seront-ils entièrement surmontés par l'application du nouveau système? C'est ce que nous n'entreprendrons pas de décider. Qu'il nous suffise de dire que, d'après l'avis d'ingénieurs distingués, le système Cubitt présente sur celui que l'on a suivi jusqu'à ce jour deux grands avantages, le premier est l'économie, l'autre, une solidarité plus complète entre les différents corps dont l'assemblage constitue la voie.— Cependant, quels que soient les avantages et les inconvénients de l'un et de l'autre système, celui que nous avons décrit en premier lieu continue d'être appliqué sur la plus grande partie des railways aujourd'hui en construction.

§ 2.

DES CHANGEMENTS DE VOIE.

Il est à chaque instant nécessaire, dans le service des chemins de fer, de faire passer d'une voie sur une autre les voitures qui y circulent, soit lorsqu'on veut transporter ces voitures de la voie d'aller sur celle de retour, soit aussi lorsqu'on veut les envoyer dans les remises et ateliers pour le repos et les réparations. Mais les changements de voie sont surtout nécessaires dans les chemins à une seule voie, afin d'empêcher la rencontre de deux convois marchant en sens opposés. On pratique alors, de distance en distance et sur une certaine longueur, une seconde voie: lorsque les convois se rencontrent, l'un d'eux quitte la voie principale et se range momentanément dans la seconde voie pour laisser passer l'autre.

Il y a deux manières de faire changer de direction sur les chemins de fer aux convois et aux voitures ou machines isolées: la première est de leur faire décrire une courbe par le moyen des *croisements* qui se placent à la traverse des rails et sont interrompus par des *aiguilles*, partie mobile, placée à la bifurcation des voies et destinée, par le mouvement qu'on lui imprime, à diriger la marche des convois sur l'une ou l'autre des ramifications. La seconde manière ne peut s'appliquer qu'aux

voitures ou machines isolées : elle consiste à rendre une partie de la voie mobile, à placer sur cette partie mobile la voiture ou la machine, que l'on fait tourner d'un certain angle pour la diriger sur une autre voie. Cette partie mobile de la voie prend alors le nom de *tournant*, et l'engin qui la compose se nomme *plate-forme tournante* ou seulement *plaque tournante*, ou en anglais *turne-rails*.

Des croisements. Il y a deux espèces de croisements : les uns, qui servent principalement aux chemins à une seule voie, sont des voies latérales aux gares d'évitement sur lesquelles se placent les voitures d'un convoi qui se rangent en attendant le passage d'un autre convoi dont la direction est opposée à celle suivie par le premier, et les autres qui s'emploient principalement dans les stations et qui servent à faire communiquer entre elles deux ou plusieurs voies. La *fig.* 31 donne une idée de la manière dont a lieu le changement de voie dans le premier de ces deux cas.

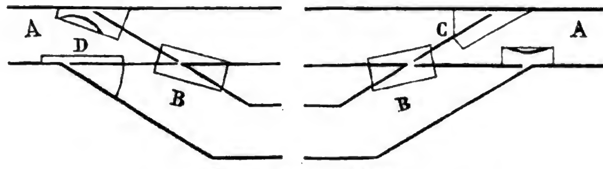


Fig. 31. Gare d'évitement.

Ainsi, par exemple, supposons une voiture venant de droite sur la voie principale AA, et devant passer sur la voie latérale BB. L'un des cours de rails de la voie est interrompu en deux points pour laisser passage aux rebords des roues lorsqu'elles la quitteront. L'un des rails de la voie latérale, prolongé dans l'intérieur de la voie principale, est terminé par une partie mobile ou aiguille C, qui s'applique contre le rail que la roue doit quitter. Le rebord de la roue, dévié par cette aiguille, s'engage dans la voie latérale, qu'elle suit alors sans difficulté. Pour rentrer dans la voie AA, elle trouve à l'autre extrémité, le même cours de rail de cette voie interrompu et portant entre les deux rails de la voie latérale, une aiguille D, qui reste ouverte pour le passage d'une voie sur l'autre. Si au contraire les voitures continuaient leur marche en ligne droite sans en-

trer dans la voie latérale, ce serait l'aiguille C qui serait ouverte et l'aiguille D fermée. Ces aiguilles se placent à la main et selon les besoins du service. Dans quelques chemins, où les voitures venant de droite doivent toujours quitter la voie AA pour laisser passer celles qui arrivent de la gauche, les aiguilles sont maintenues fermées par le moyen d'un contre-poids qui descend dans une petite cage souterraine et qui est fixé à l'extrémité d'une chaîne passant sur une poulie. Dans ce cas, la pression du rebord des roues des voitures venant de gauche contre l'aiguille C suffit pour la déranger pendant le passage du convoi et le laisser circuler librement. De même les voitures venant de droite dérangent momentanément l'aiguille D pour rentrer de la voie latérale BB dans la voie principale AA.

La *fig*. 32 représente l'autre système de changement de voie,

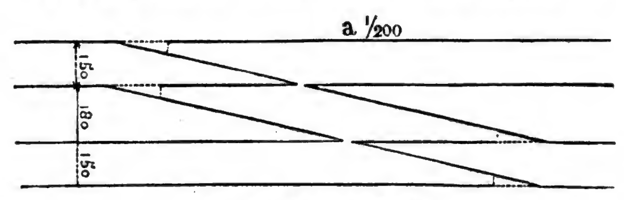


Fig. 32. Changement de voie.

c'est celui que l'on emploie le plus généralement. Pour faire communiquer ces deux voies entre elles et par conséquent passer d'une voie à l'autre quand il est nécessaire, on a placé vers la tête de la voie supérieure la ligne des rails qui, suivant la direction oblique que représente notre figure, viennent rejoindre la voie inférieure. Ces deux lignes obliques coupent nécessairement dans le milieu de leur longueur les deux lignes de rails les plus rapprochées de l'axe du chemin. Or, à ces points d'intersection, il est important de placer des parties de rails qui, par leur disposition, fassent suivre au convoi la direction qu'on veut lui donner. De là les fragments de rails rapportés et dont chacun est courbe vers les extrémités afin de faciliter le passage du rebord des roues. Ainsi un convoi qui suivrait la direction des deux voies parallèles continuerait sa marche sans être en aucune manière dérangé par les rails de raccord que l'on remarque dans la partie centrale de notre figure.

Mais si l'on veut que le convoi suive la direction de la voie oblique, il faut alors faire l'application du mécanisme particulier que représentent les deux *fig.* 33 et 34 (Pl. III. — *V.* à la fin du volume).

Ce mécanisme se compose d'une tige horizontale HH attachée aux aiguilles et liée par une extrémité à un petit arbre coudé à manivelle *h.* Sur cet arbre est fixée une grande poignée *i* par laquelle on peut manœuvrer l'arbre et la tige. Or il est facile de voir que, lorsqu'elle est couchée, la tige et les aiguilles se trouvent en communication avec les rails K, L, M, N ; mais, si l'on donnait à la poignée la position opposée en la couchant dans un autre sens, les aiguilles tirées de droite à gauche viendraient prendre la direction des rails J, J'. Ainsi lorsque l'aiguille J est appliquée contre le rail L, parallèle à la ligne K, l'autre J au contraire est séparé du rail K', qui est parallèle à la ligne L. Ainsi un convoi qui viendrait de M N en suivant la direction de la flèche, prendrait, à cause de la position où sont représentées les aiguilles, la route K L M N, et si au contraire on faisait tourner l'arbre coudé *h* (qui, dans ce mecanisme, est vertical, afin de rendre la poignée *i* verticale ellemême) d'une demi-révolution, on ramène l'aiguille J (de droite) contre le rail K'; l'autre J (celui de gauche) s'écartera du rail L' et le convoi venant de M N prendrait alors la route de M L' et de L N.

La tige horizontale, représentée en H, qui se lie à la fois aux deux aiguilles, est composée de plusieurs parties taraudées que des écrous permettent de rallonger ou raccourcir à volonté selon les besoins. On voit, d'après la *fig.* 33, que les aiguilles reposent sur des pièces de bois placées dans le sens même du chemin, tandis que celles qui reçoivent les coussinets sont placées transversalement. Ces coussinets, qui offrent l'avantage de simplifier considérablement la construction de la partie fixe du changement de voie sont représentés en plan et en coupe, avec les deux rails qu'ils supportent, dans le § 2 du chapitre précèdent, par les *fig.* 26 et 27.

Tel est le mécanisme (appelé communément *excentrique*), au moyen duquel s'opère le changement de direction dans les croisements. Son importance est telle, dans le service des chemins de fer, qu'une fausse manœuvre, ou l'inattention de l'ouvrier chargé de le mouvoir, suffit pour faire dérailler les convois

et occasionner les plus graves accidents. Aussi sa manœuvre n'est-elle généralement confiée qu'à des ouvriers d'élite.

Des tourne-rails ou plates-formes tournantes. — Les excentriques ont pour but de faire changer de voie un convoi tout entier ; les plates-formes tournantes ou tourne-rails ne peuvent servir qu'à faire changer de direction aux locomotives et aux voitures isolées. Souvent, dans les stations, le manque d'espace rend impossible l'établissement des croisements ordinaires, qui toujours doivent être tracés sur des angles assez ouverts : on a recours alors à l'emploi des *tourne-rails.*

Cet appareil se compose d'un ou de plusieurs plateaux circulaires, quelquefois en bois et plus souvent en fonte, qui, reposant sur de petites roues ou *galets* disposés vers leur bord extérieur et pouvant tourner sur un pivot placé à leur centre, permettent aux véhicules isolés de prendre une autre direction que celle vers laquelle ils étaient primitivement conduits.

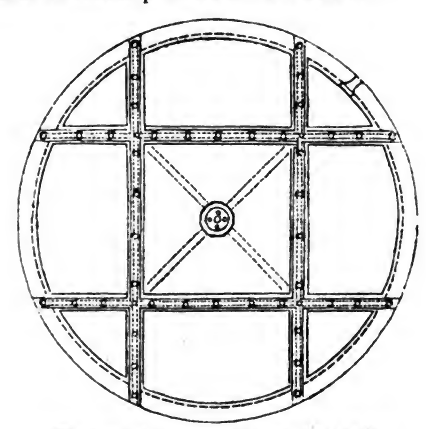


Fig. 35. Plan horizontal d'un tourne-rails.

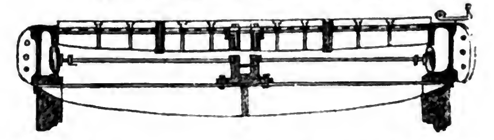


Fig. 36. Coupe verticale passant par l'axe de l'appareil.

Ces appareils se composent de quatre parties distinctes : 1° d'une cuvette en fonte coulée en deux morceaux, reposant sur des fondations en maçonnerie, ayant pour hauteur celle de la fosse et portant le cercle sur lequel glissent les galets (V. *fig.* 35 et 36) ; 2° d'un croisillon à quatre branches, fixé de l'autre côté de la plaque que représente en plan la *fig.* 35 et dont les lignes pointillées, qui partent du centre de l'appareil, indiquent la direction ; 3° de l'ensemble de huits galets coniques maintenus entre deux cercles de fer ; et enfin 4° de la plaque elle-même sur laquelle sont fixés, perpendiculairement entre eux, les rails en fer qui servent à mettre la plate-forme en communication avec la partie fixe de la voie.

Il peut être facile maintenant de comprendre la manière dont manœuvre l'appareil, lorsque l'on veut opérer un changement de direction de voie. Les proportions de la plate-forme représentée en plan par la *fig.* 35 et en coupe par la suivante sont calculées pour recevoir des locomotives à six roues. La *fig.* 35 désigne un plan horizontal du plateau mobile sur lequel sont fixées quatre règles en fer méplat qui se croisent à angles droits et dont l'écartement et la direction correspondent exactement avec les deux chemins que nous supposons ici perpendiculaires l'un sur l'autre. La *fig.* 36, qui représente une coupe verticale passant par l'axe de l'appareil, montre sa disposition sur le lieu où il est établi.—Si donc on suppose qu'une locomotive suive la direction horizontale et qu'il faille lui faire prendre une direction perpendiculaire, il suffira de faire arriver cette machine jusque sur l'appareil de manière que toutes les roues soient entièrement portées sur la plate-forme, puis, de soulever d'une petite quantité l'extrémité d'une espèce de levier que l'on remarque à la partie supérieure de la *fig.* 25 et qui se trouve engagé, à l'état de repos, dans une encoche pratiquée dans la maçonnerie qui environne l'appareil. On fait donc tourner le plateau pendant un quart de révolution, jusqu'à ce que l'extrémité du même levier, rencontrant une seconde encoche, y tombe naturellement. Le plateau, en tournant, a nécessairement entraîné la voiture avec lui, et de ce que les règles en fer, qui tout à l'heure prenaient la direction horizontale, occupent alors la place de celles qui se trouvaient dans la direction perpendiculaire, il en résulte qu'elles mettent nécessairement la voiture ou la machine sur la même direction.

Souvent, dans les stations importantes, il existe une réunion de plusieurs plateaux disposés à côté les uns des autres et servant à mettre en communication plusieurs voies de direction différentes. Mais leur disposition particulière est entièrement semblable à celle du plateau isolé que nous venons de décrire.

Un des inconvénients du mécanisme des tourne-rails, c'est la lenteur extrême avec laquelle ils opèrent le mouvement de rotation de la plaque autour de son pivot. Ce mouvement demande un temps assez long, qui ne sert, comme nous l'avons dit, que pour une seule voiture. Aussi ne l'emploie-t-on généralement que là où le défaut d'espace ne permet pas d'établir des croisements au moyen d'aiguilles. — Tels sont les principaux moyens qui servent, dans les chemins de fer, à l'opération du changement de voie. Ces travaux sont ordinairement ceux que l'on entreprend en dernier lieu, et aussitôt leur achèvement il ne reste plus, avant de commencer l'exploitation, qu'à procéder à la *réception de la voie*.

§ 3.

DE LA RÉCEPTION DE LA VOIE.

Les formalités et les épreuves auxquelles la voie est soumise avant d'être considérée comme bien et dûment terminée et propre à être livrée à l'exploitation, constituent ce qu'on appelle la *réception de la voie*.

Indépendamment de la réception partielle, qui peut avoir lieu entre les entrepreneurs du chemin et la compagnie concessionnaire, le chemin lui-même, avant de pouvoir être livré à la circulation, doit être reçu par les ingénieurs de l'Etat, lequel se réserve à perpétuité le droit de contrôle sur toute la ligne. Ces réceptions ont pour but de s'assurer si toutes les prescriptions imposées par le cahier des charges de construction ont été rigoureusement suivies. Ces prescriptions portent :

1° Que les traverses, convenablement espacées, doivent être perpendiculaires dans les lignes droites, et, dans les courbes, normales à l'axe de la voie;

2° Que l'inclinaison des rails et la largeur de la voie seront partout constantes;

3° Que, dans les lignes droites, les surfaces de roulement des

rails, des deux côtés de l'axe de la voie, seront bien exactement au même niveau;

4° Que, dans les courbes, les rails de la courbe extérieure seront plus élevés de la hauteur qu'exigent le rayon de la courbe et la vitesse des convois.

De plus il est prescrit: 1° que les coins serrent bien le rail et ne pénètrent pas trop avant dans le coussinet, de telle manière que l'on puisse les enfoncer davantage lorsqu'ils viendront à se dessécher; 2° que les chevilles ne se soient pas détachés lorsqu'on a damé les traverses, et enfin 3° que l'ensablement soit suffisant.

Souvent il arrive que les travaux sont terminés sur certaines parties, de manière à ce que ces parties puissent être livrées à la circulation, sans que la ligne entière soit achevée. On accomplit, dans ce cas, des réceptions partielles, après lesquelles la compagnie peut commencer sur ces points son service d'exploitation. Toutefois, par une restriction dont il est assez difficile d'expliquer la rigueur, ces réceptions partielles ne sont que provisoires, et ne deviennent définitives que lorsqu'il a été procédé à la réception générale de toute la ligne.

§ 4.

DE L'ENTRETIEN DE LA VOIE.

M. l'ingénieur en chef Minard a analysé avec une rare sagacité, dans son *Essai sur les chemins de fer*, les différentes causes de leurs dégradations. Les principales sont:

1° *Le choc des roues contre les légères saillies des rails*, qui est la cause du mouvement progressif de translation des rails de l'amont à l'avant, surtout dans les pentes un peu fortes;

2° *Les roues mal centrées, les changements de voie, les temps d'arrêt et de mise en jeu des trains de wagons et de voitures et la force centrifuge dans les parties courbes*, lesquelles tendent à déterminer les frottements latéraux et l'écartement des deux lignes de rails;

Et enfin 3° *l'enfoncement des dés ou traverses, la flexion des rails sous la pression de fortes charges animées de grandes vitesses*, causes qui hâtent les déplacements et dénivellations des autres dés et traverses, et qui augmentent dans une très-forte proportion les frottements passifs.

L'entretien de la voie consiste donc principalement dans l'opération du relèvement des traverses affaissées, dans le replacement des rails ou des coussinets déviés de leur direction, et dans la substitution d'un nouveau matériel à celui que l'usage a détérioré et mis hors de service. Lorsque les réparations doivent s'effectuer sur une grande longueur, il devient nécessaire de préparer un chemin latéral auxiliaire, si l'on ne veut interrompre l'exploitation. Quant aux rails, il suffit pour les déplacer, d'enlever les coins qui les retiennent, opération qui se fait avec facilité et promptitude.

Il en est des chemins de fer comme des routes ordinaires. On ne conserve la viabilité, on n'empêche des détériorations rapidement progressives que par des réparations immédiates, continues, et confiées à des ouvriers spéciaux.

L'entretien des voies d'un chemin de fer est confié à des brigades de *cantonniers*, qui, pour travailler convenablement, doivent être réunies plusieurs ensemble. Ces brigades, composées chacune d'un chef ouvrier et de quatre hommes pris exclusivement parmi les poseurs, redressent et nivellent la voie, et sont chargées de tous les travaux de réparation qu'elle peut exiger. — Des *gardes-voies*, placés de distance en distance pour la police du chemin, examinent, après le passage de chaque convoi, si aucune partie de la voie n'a été brisée ou endommagée. En cas d'accident ils en donnent avis au moyen de signaux transmis par les cantonniers échelonnés sur la route, et la réparation commence immédiatement.

La réparation de la voie est très-simple et peu difficile. Si un rail se trouve rompu ou dérangé, le cantonnier l'enlève et le replace aussi vite que les paveurs enlèvent et replacent les pavés de nos rues. Pendant cette opération, qui s'exécute ordinairement entre le passage de deux convois, le cantonnier, afin d'éviter la moindre chance d'accident, arbore le signal convenu entre lui et le machiniste. Si le dégât commis par le passage du convoi est trop grave pour pouvoir être réparé par les moyens ordinaires, on en donne connaissance au chef du service, qui fait cesser l'exploitation sur la voie endommagée.

Le nombre des gardes-voies varie selon le tracé du chemin et le nombre des passages de niveau dont la surveillance leur est confiée. Celui des cantonniers varie également d'après le tracé et selon que les mouvements de terrains sont plus considéra-

bles; il se réduit à deux hommes par kilomètre, si les travaux ont été bien construits et la voie bien ensablée.

Indépendamment de l'entretien accidentel, tout chemin doit subir dans un certain temps déterminé des réparations complètes, soit pour opérer le remplacement du matériel de la voie qui se trouve usé, soit aussi pour réparer les avaries que le chemin a subies par suite de la gelée ou des pluies. C'est surtout avant l'époque des grandes sécheresses, et avant celle des glaces, que la voie doit être réparée, car cette opération présenterait en toute autre saison les plus graves inconvénients : pendant les sécheresses, on détruirait, en réparant la voie, la faible quantité d'humidité qui peut exister dans la couche inférieure et qui est nécessaire pour conserver au sable la cohésion nécessaire; en réparant la voie pendant les gelées, on s'expose à rencontrer un autre inconvénient : le durcissement du terrain ; de plus, outre que les réparations, en ce cas, sont extrêmement difficiles, le matériel, si la voie n'est pas parfaitement dressée, reçoit des chocs plus nuisibles pendant les grands froids qu'en toute autre saison. Dans le cas même où la gelée ne serait pas assez forte pour s'opposer à toute espèce de travail, il arriverait que le sable introduit sous les traverses étant gelé, perdrait toute sa consistance lorsque, le dégel survenant, la voie cesserait d'être en bon état.

Les remblais tassant inégalement, il est très-important d'examiner souvent si dans les parties courbes la différence de hauteur est constante entre les rails de la courbe extérieure et ceux de la courbe intérieure; il serait en effet très-dangereux que les rails de la courbe extérieure vinssent, par suite du tassement, à se trouver moins élevés que ceux de la courbe intérieure au lieu de l'être davantage. Les plus graves accidents pourraient être la suite de l'inobservation de ce point important.

Enfin les traverses, durant les premières années de l'exploitation d'un chemin de fer, devant être fréquemment relevées, on ne doit pas négliger d'approvisionner, de quantités suffisantes de sable les différents points de la ligne.

Maintenant il ne nous reste plus, avant de passer à la partie économique de notre travail, l'exploitation des chemins de fer, qu'à nous occuper de la disposition particulière des différents véhicules destinés à circuler sur la voie.

CHAPITRE IV.

DU MATÉRIEL D'EXPLOITATION.

Des roues. — Des essieux. — Parties accessoires des voitures et wagons; ressorts, châssis, etc. — Des voitures et des wagons. — Du tender. — Des freins.

Dans les chemins de fer on désigne particulièrement sous le nom de matériel d'exploitation toutes les voitures, machines et appareils qui sont employés au service du chemin ou qui servent à la locomotion : le matériel d'exploitation se compose principalement des locomotives, wagons, tenders, etc.

De la bonne exécution du matériel d'exploitation dépendent la sûreté des voyageurs, la somme des frais de traction et celle des frais d'établissement. La mauvaise construction du matériel occasionne, par suite de la fréquence des réparations, de grands embarras dans le service, et ces réparations fréquentes forcent à conserver un matériel de réserve considérable, dont le capital de construction reste improductif. Par suite d'un tel état de choses, la dépense s'augmente non-seulement du surcroît des frais d'entretien, mais encore de celui des frais de traction qu'il occasionne. D'un autre côté, le service du chemin devient une source d'accidents et met à chaque instant en danger la vie des voyageurs : on se rappelle que c'est à la rupture d'un essieu qu'est dû le déplorable événement du 8 mai.

En faisant connaître les diverses parties qui composent le matériel d'exploitation d'un chemin de fer, nous indiquerons leurs différents modes de construction, ceux dont une longue expérience a révélé les avantages ou démontré les défauts ; nous signalerons aussi les perfectionnements nombreux que chaque jour apporte dans cette partie importante de l'industrie des chemins de fer. Par le nombre de leurs applications et aussi par l'importance du rôle qu'elles jouent dans l'économie des chemins de fer, les machines locomotives réclament une place toute spéciale ; il en sera traité au chapitre suivant. Mais avant de parler des différentes parties du matériel d'exploitation, nous ne pouvons nous dispenser d'examiner quelques-uns des éléments qui constituent ces parties, et particulièrement les roues et les essieux. Ce sera l'objet des premiers paragraphes de ce chapitre.

§ 1.

DES ROUES.

On distingue deux sortes de roues dans le service des chemins de fer : les roues *motrices* et les roues *menantes*. Les roues motrices produisent le mouvement et appartiennent au mécanisme des machines locomotives; les roues menantes, qui sont les seules dont nous aurons à nous occuper ici, servent seulement à maintenir les machines ou les wagons dans la voie, et elles tournent par suite de l'impulsion générale donnée à tout le système.

C'est par l'intermédiaire de la roue que les voitures portent sur le rail; elle est composée d'un grand cercle extérieur, appelé *jante* de la roue, et dans lequel viennent s'assembler un certain nombre de rayons qui se réunissent autour d'un noyau central appelé *moyeu* de la roue. Les roues destinées aux routes ordinaires sont à *jantes plates*, celles des wagons et voitures de chemins de fer ont des *rebords* destinés à maintenir rigoureusement les chariots dans l'intérieur de la voie. Il résulte de cette disposition que les voitures destinées à circuler sur les chemins de fer doivent être construites de manière à se diriger d'avant en arrière avec la même facilité, c'est-à-dire que l'avant et l'arrière doivent être semblables.

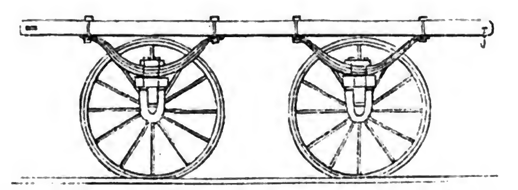


Fig. 37. Elévation du train d'une voiture de chemin de fer.

De plus ces voitures ne peuvent pas avoir d'avant-train mobile comme celles des routes ordinaires, car cet avant-train dévierait trop facilement de la voie : il faut donc que leurs caisses soient placées sur deux essieux parallèles (1), liés en-

(1) *V.* le § 2, sur les essieux.

semble par un encadrement assez rigide pour que les roues ne tendent pas à s'écarter au premier obstacle qu'elles rencontrent.

On emploie trois différentes espèces de roues dans la construction du matériel des chemins de fer, ce sont :

1° Les roues entièrement en fonte,

2° Les roues en fonte cerclées en fer,

Et 3° les roues dans lesquelles le moyeu seul est en fonte, les autres parties étant en fer forgé. On a aussi fait usage, mais pour les locomotives seulement, de roues avec moyeu en fonte, rais en bois, jante en fonte et cercle en fer; ce genre de roues est aujourd'hui abandonné.

Les roues entièrement en fonte sont avantageuses, suivant l'opinion d'un habile praticien (1), lorsqu'un chemin présente des plans inclinés d'une certaine étendue, parce qu'alors l'usage des freins, employés pour modérer la vitesse ou arrêter les convois, aurait pour effet d'abréger la durée des roues en fer. Une paire de roues en fonte avec son essieu ne coûte que 375 francs, tandis que son prix en fer s'élève à 435 francs, différence notable et qui justifie la préférence donnée aux roues en fonte sur beaucoup de chemins anglais, présentant de longs plans inclinés et dont le trafic principal se compose de marchandises d'un grand poids.

Ajoutons toutefois que la plupart des grandes lignes transportant des voyageurs et des marchandises à grande vitesse avec machines locomotives font toujours usage de roues en fer forgé ou en bois et cerclées de fer. Dans l'état actuel de l'industrie de la fonte, les roues en fer forgé sont préférées, comme présentant plus de solidité et moins de chances d'accident.

Les roues en fonte cerclées de fer sont principalement en usage sur les chemins de fer à faible vitesse, destinés au transport des marchandises, excepté en Amérique cependant, où on les emploie souvent sur les grandes lignes. Ces roues sont construites de différentes manières: les rais sont à nervure et la jante porte aussi un renfort intérieur, ou bien, comme dans les locomotives américaines, ils sont à double nervure et reliés à la jante.

(1) M. Locart, ingénieur. *V. Annales des ponts et chaussées*, mai et juin 1843.



Les roues dans lesquelles le moyeu seul est en fonte sont les plus généralement employées aujourd'hui. Les rais sont composés de bandes de fer plat de 8 à 9 centimètres de largeur sur 10 à 15 millimètres d'épaisseur, ployées de manière à former des triangles ou des pentagones. Un des sommets de ces triangles ou pentagones se loge dans le moyeu en fonte, et l'un des côtés s'appuie, soit immédiatement contre le cercle extérieur à rebord, soit contre un cercle intermédiaire sans rebord. — Les roues avec un cercle unique sont employées sur tous les railways anglais, sur ceux de Belgique et sur celui de Bâle à Strasbourg : elles sont plus économiques et font un meilleur usage que celles avec deux cercles. Ces dernières ont été employées sur divers chemins français, sans qu'aucun avantage ait compensé l'élévation de leur prix.

Il est économique de donner aux bandages de ces roues une certaine épaisseur, puisque, contenant plus de matière, ils s'usent moins rapidement, sans exiger pour cela un plus grand travail de fabrication (1). On peut aussi augmenter la largeur du cercle, que l'on a portée de 100 à 130 millimètres sur le chemin d'Orléans et sur ceux d'Angleterre plus récemment construits : cet élargissement du cercle, en donnant plus de facilité pour le jeu latéral des roues, diminue sensiblement le frottement du rebord. — Quant à la conicité ou inclinaison du bandage, tendant à diminuer l'effet des courbes, elle varie nécessairement d'après la longueur du rayon des courbes du chemin sur lequel les roues doivent être employées (2). Enfin les rebords ou bourrelets doivent, aussi bien que le corps du bandage, avoir une grande épaisseur, surtout lorsque les roues doivent parcourir des courbes de petit rayon.

Quant au mécanisme et à la disposition toute particulière

(1) Les bandages des voitures et wagons doivent avoir à l'état brut de 35 à 40 millimètres d'épaisseur ; ceux des machines locomotives ont de 45 à 50 millimètres.

(2) Nous citerons à ce sujet quelques exemples : sur le chemin de Londres à Birmingham, où les courbes, une seule exceptée, ont 1,000 mètres de rayon, l'inclinaison des bandages est d'un treizième. Sur celui de Versailles (rive gauche), courbes de 1,200 mètres, elle est d'un douzième, et elle ne dépasse pas un vingt-cinquième sur le chemin de Bâle à Strasbourg, qui n'a que des courbes d'un très-grand rayon.

des roues dans le service des chemins de fer, il en sera traité plus loin au sujet des wagons.

§ 2.

DES ESSIEUX.

L'essieu, dans les voitures qui circulent sur les routes ordinaires, est une pièce droite en fer ou en fonte, de forme ronde, elliptique ou carrée et dont les deux extrémités se terminent par deux parties tournées en cône tronqué et nommées *fusées ;* les fusées entrent dans la partie centrale du moyeu de la roue qui leur sert de coussinet et où elles sont maintenues et fixées par un pas de vis et un écrou taraudé.

Il y a deux sortes d'essieux dans les chemins de fer : les essieux *des wagons* et les essieux *des locomotives.* Ces derniers s'appellent généralement *arbres à manivelle* ou *essieux coudés,* parce que leurs coudes font l'office de manivelles pour transformer le mouvement de va-et-vient du piston en un mouvement circulaire qui entraîne les roues.

Essieux de wagons. La rupture des essieux de wagons est moins dangereuse qu'on ne le suppose généralement, et il est rare, à moins de complications imprévues, qu'elle occasionne des accidents qui puissent compromettre la sécurité des voyageurs. La cause en est que les voitures n'étant pas isolées comme les locomotives, et leurs caisses étant pour ainsi dire suspendues les unes aux autres, elles se trouvent, en cas d'accident, guidées et maintenues l'une par l'autre. Néanmoins des raisons de prudence font une loi de ne négliger sur ce sujet aucun moyen pour se mettre à l'abri des ruptures : de n'employer que du fer de bonne qualité et susceptible d'une grande résistance.

Il est constant que les essieux ne se rompent en général, soit par la fatigue ou par des chocs violents, qu'au droit de la partie inférieure du moyeu, à moins que des défauts graves n'existent dans les autres parties. Ce point est celui qui fatigue le plus : c'est sur lui que se transmettent, indépendamment de la pression de la caisse du chariot, tous les efforts que la roue éprouve par la pression du bourrelet contre les rails et toutes les vibrations du corps de l'essieu. C'est donc sur ce

point que doit être répartie la plus grande résistance possible, et aucune précaution ne doit être négligée pour arriver à ce résultat.— On a depuis longtemps renoncé aux essieux coupés à angles vifs contre le moyeu, parce que cette disposition a pour effet de rendre le fer plus cassant. C'est en effet un fait assez connu qu'une barre de fer, entamée avec un outil à tranchant aigu, rompra au premier effort, tandis que simplement creusée par un outil à tranchant arrondi, elle ploiera plusieurs fois avant de casser. Tous les essieux d'ancien modèle viennent d'être remplacés sur le chemin de Bâle à Strasbourg; les nouveaux ont été fabriqués en corroyant ensemble 7 barres de fer plat de 13 millimètres de largeur et de 27 millimètres d'épaisseur, préparées au charbon de bois et forgées au marteau.

Les essieux trop gros augmentent le frottement et les frais de traction ; c'est pourquoi on les fait tourner dans des collets ou coussinets placés extérieurement aux roues, disposition qui a permis d'en réduire considérablement le diamètre. Le frottement peut être considérablement réduit par le moyen du graissage (*V.* plus loin).

Essieux de locomotives. Si les essieux de wagons se brisent presque toujours sans accidents, le terrible accident du 8 mai a montré quelles pouvaient être les conséquences de la rupture d'un essieu de locomotive. Aussi l'attention publique s'est-elle vivement occupée depuis cette époque des moyens d'empêcher la brisure de ces essieux : cependant, des différents systèmes proposés, aucun encore ne paraît avoir atteint le but.

Plusieurs hommes de l'art, après de longues expériences sur les qualités du fer, ont déclaré que les essieux en fer creux devaient être préférés à ceux en fer plein ; il s'agissait surtout de savoir laquelle des deux espèces pouvait le mieux résister à la force de vibration à laquelle les essieux sont soumis par l'effet de la rapidité de la locomotion, et qui paraît exercer une très-grande influence sur la décomposition des particules de fer dont ils sont composés. Après s'être attachés à démontrer que le fer, par sa nature rude et fibreuse, devient cassant et se cristallise, et que par suite les essieux, après avoir marché pendant un certain espace de temps, ne paraissent conserver que très-peu de leur ténacité primitive, ces praticiens se sont demandé si un anneau ou cylindre (car

un essieu creux n'est pas autre chose) serait affecté par ces vibrations répétées à un degré égal, et si ces vibrations passeront plus librement et circuleront avec moins d'effet dans toute la longueur de l'essieu.

Il en est ainsi théoriquement parlant, et l'essieu creux a paru destiné pendant quelque temps à se substituer à l'essieu ordinaire; mais des expériences répétées sur la force comparative de ces deux espèces paraissent avoir définitivement établi la supériorité des essieux pleins, qui ont beaucoup mieux résisté aux effets de torsion que les essieux creux. C'est ainsi que, aux dernières expériences faites sur le chemin de Londres à Birmingham et dont le rapport a été lu à la société des ingénieurs civils de Londres (séance du 23 avril 1844), les portées de ces derniers se sont cassées après avoir supporté de 15 à 17 coups d'un marteau de forge de 30 livres, tandis qu'un essieu plein a reçu 374 coups du même marteau avant de se briser (1). Nous compléterons au chapitre suivant ce que nous avons à dire sur les essieux des machines locomotives (*V*. ch. V, § 1, *Des parties principales des machines locomotives*).

Du graissage des essieux. Le graissage des essieux, qui a pour but de diminuer le frottement sur les fusées, n'est pas sans importance dans l'économie de l'exploitation des chemins de fer, en ce qu'il peut diminuer sensiblement les frais d'entretien des fusées, et par conséquent ceux du wagon. « Le graissage influe beaucoup sur la détérioration des essieux, dit M. Locart, ingénieur du chemin de Saint-Etienne, que nous venons de citer. Ainsi, avec le système employé pour les diligences et qui consiste à mettre de la graisse assez épaisse dans un réservoir placé au-dessous de l'essieu, la fusée n'est graissée que lorsque le frottement a suffisamment échauffé le réservoir pour faire fondre la graisse. Mais bien évidemment cette chaleur ne peut avoir lieu qu'au détriment de l'essieu, dont elle doit mo-

(1) Ajoutons toutefois que le constructeur breveté pour la fabrication des essieux creux en Angleterre, M. York, a protesté par sa lettre du 11 mai au *Railway Record*, contre les conséquences de ce résultat, prétendant que les essieux expérimentés, construits à la main, étaient imparfaits, et réclamant de nouvelles expériences qui doivent établir, selon lui, la prééminence des essieux creux sur les essieux pleins.

difier la texture. Sous ce rapport, le système employé sur le chemin de Saint-Etienne est préférable : la graisse, au lieu d'être à l'état de pâte, est très-liquide ; et placée dans un réservoir en contre-bas de l'essieu, dans lequel est un petit cylindre en bois que des ressorts obligent à être continuellement en contact avec la fusée. Ce cylindre, mis en mouvement par l'essieu même, amène constamment de la graisse sur la fusée (1). » Ces réservoirs sont nommés *boîtes à graisse*. Ce sont ordinairement deux pièces en fonte, à part un coussinet en bronze qui, placé dans l'intérieur de la boite, pose sur la fusée de l'essieu. L'une de ces pièces, celle qui est sous la fusée, n'a d'autre utilité que de préserver la roue de la poussière et de recevoir la graisse qui s'écoule après avoir passé sur la fusée. De plus ces boîtes servent d'intermédiaire entre les essieux et la caisse des chariots qu'ils supportent.

Le graissage des essieux, qui, dans l'exploitation des chemins de fer, est l'objet d'une grande attention, forme un des points les plus importants des frais de transport : il s'est élevé au chemin de fer de Lyon à Saint-Etienne jusqu'à la somme de 60,000 francs par an pour 1,200 wagons, soit 50 francs par wagon.

§ 3.

ACCESSOIRES DES VOITURES ET WAGONS.

Le mot de *wagon*, d'origine anglaise, signifie littéralement *voiture à quatre roues ;* on l'emploie aujourd'hui pour désigner les voitures affectées sur les chemins de fer au transport des marchandises et des voyageurs de troisième classe. Les autres véhicules destinés au transport des voyageurs des premières classes, plus confortablement disposées que les wagons proprement dits, prennent les noms de berlines, voitures, chars à bancs, etc.

Indépendamment des roues et des essieux dont il vient d'être parlé, les wagons sont encore composés de diverses parties, parmi lesquelles on distingue les ressorts et le cadre ou châssis.

Des ressorts. Les ressorts des wagons sont, comme les res-

(1) *Annales des ponts et chaussées*, mai et juin 1843.

sorts des voitures ordinaires, des feuilles d'acier superposées, de longueurs inégales, posées à plat les unes sur les autres, et par l'intermédiaire desquelles le corps principal de la voiture repose sur les essieux : les ressorts, en adoucissant les chocs que les roues éprouvent par l'effet de la vitesse, sont favorables, non-seulement à la conservation du matériel, mais encore à celle de la voie ; aussi tous les wagons marchant à grande vitesse sur les chemins de fer reposent-ils sur des ressorts, bien que, pour la plupart d'entre eux, le mode de suspension soit assez grossier et loin d'égaler la perfection de celui de nos voitures ordinaires.

Les ressorts bien faits n'ont de courbure réelle que vers le milieu et sur un tiers de leur longueur totale ; ils sont droits à leurs extrémités, et sont terminés par une seule feuille ou par deux feuilles, dont celle inférieure n'a vers son extrémité que la moitié de l'épaisseur de la feuille supérieure : une courbe régulière donnée à ces ressorts aurait pour effet de les faire fléchir vers leur centre et de les déformer promptement.

Sans être d'un gros volume, les ressorts doivent présenter une grande résistance à cause des dangers qui peuvent résulter de leur rupture. C'est pourquoi on leur fait subir une épreuve rigoureuse en les redressant à froid au moyen d'une presse : ils sont rejetés si, abandonnés à eux-mêmes, ils ne reprennent pas aussitôt leur forme primitive.

Quant à la construction des ressorts, elle est la même que pour les voitures ordinaires, ce qui nous dispense de nous en occuper ici.

Des châssis. Le châssis est un ensemble de pièces en bois, en fer ou en fonte, servant à maintenir et à supporter les caisses des voitures ou wagons. Quelques constructeurs le font en fer ; mais la plupart du temps il est en bois, et se trouve formé de deux jumelles et de deux traverses en bon bois de frêne, compacte et liant, et couvertes en tôle de fer. Les angles sont en outre renforcés par des équerres en fer solidement boulonnés. Les châssis reposent sur les ressorts, de sorte que c'est sur eux, ou plutôt sur l'appareil élastique de traction et de choc qui en fait partie, que s'exerce directement l'effort de traction.

D'après les conditions de leur fabrication, on distingue trois sortes de châssis :

1° Les châssis doubles,
2° Les châssis simples,
Et 3° les châssis des machines locomotives.

Les *châssis doubles* sont composés de deux cadres établis avec des bois de faible équarrissage et armés de ferrures plus ou moins compliquées ; le cadre supérieur est séparé de celui inférieur par les traverses sur lesquelles il s'appuie; l'espace compris entre les deux brancards placés du même côté sert communément à loger les extrémités des ressorts de choc ou de traction.

Les *châssis simples* sont beaucoup moins coûteux et plus solides que les châssis doubles. Ils sont plus sujets à se déformer par le jeu des bois : mais cet inconvénient est surmonté par une bonne combinaison de la charpente, par l'application des ferrures, mais principalement par le choix des bois. Avec les châssis doubles, la largeur de la caisse des voitures se trouve limitée par l'écartement des brancards qui supportent cette caisse, tandis qu'avec les châssis simples, portés directement par des traverses, on n'est pas assujetti à toujours lui donner une largeur invariable : avantage important que possède cette dernière espèce de châssis et qui tend essentiellement à en généraliser l'emploi.

Châssis des locomotives. Dans toutes les machines locomotives, les chaudières sont fixées à un châssis qui, par l'intermédiaire des ressorts, transmet le poids de l'appareil aux essieux des roues pour développer l'adhérence, c'est-à-dire le frottement de glissement nécessaire au mouvement de la machine.

Sharp et Robert, célèbres constructeurs anglais, ont donné aux châssis de leurs locomotives une forme particulière ; ils les ont ondulés suivant la hauteur de chaque essieu, de telle sorte que toutes les plaques de garde sont de même hauteur et découpées avec le châssis même, disposition préférable à celle des châssis droits, en ce qu'elle facilite l'accès du mécanisme de distribution et qu'elle présente une plus grande solidité. Ces châssis sont placés à l'extérieur des roues, tandis que ceux du système ordinaire sont à l'intérieur. Toutefois la question de supériorité entre les deux systèmes est encore en ce moment un problème à résoudre. Nous reviendrons sur ce sujet.

§ 4.

DES VOITURES OU WAGONS.

Nous avons vu que les véhicules des chemins de fer se distinguent de ceux qui parcourent les routes ordinaires en ce que, 1° ils sont invariablement portés sur quatre roues au moins ; 2° les roues sont fixées aux essieux ; 3° les essieux sont toujours parallèles entre eux. D'où il résulte qu'ils augmentent considérablement la résistance au passage des courbes, et qu'ils sont exposés, par leur solidarité excessive, à sortir des rails à la rencontre du moindre obstacle.

Cette disposition particulière des voitures destinées à circuler sur les railways remonte, comme on sait, assez haut. C'est en 1789 que M. Sessop, voulant remédier à l'inconvénient qu'offraient les *rails à ornière*, qui se couvraient de poussière et de boue, leur substitua les rails plats, et reporta sur la roue les deux rebords qui existaient sur le rail et qui formaient l'ornière. Mais les rails en fonte dont on se servait alors, étant excessivement courts, donnaient lieu à de nombreuses jointures, et par suite engendraient des défectuosités très-sensibles, surtout avec les roues de petit diamètre dont on se servait alors. C'est pour remédier à cet inconvénient que les roues des voitures furent fixées sur des essieux rigoureusement parallèles, afin de donner à tout l'ensemble une plus grande résistance. Cette disposition, qui fut généralement adoptée, malgré le glissement forcé de l'une des roues lors du passage des courbes, a continué à se maintenir, même après que l'application du laminoir à la fabrication du fer (1820) eut fait disparaître l'inconvénient qui avait déterminé son adoption.

Les voitures ou wagons qui circulent sur les chemins de fer diffèrent entre eux, suivant l'usage auquel ils sont destinés. MM Perdonnet et Polonceau, dans leur *Portefeuille de l'ingénieur*, en distinguent dix espèces principales, qui sont :

1° Les wagons de terrassement;

2° Les wagons d'ensablement ;

3° Les wagons pour le transport des voyageurs ;

4° Les wagons pour le transport des lettres, le triage s'opérant dans le wagon même ;

5° Les wagons pour le transport des voitures ordinaires ;

6° Les wagons pour le transport des chevaux;

7° Les wagons pour le transport des bestiaux;

8° Les wagons pour le transport des marchandises de diverse nature ;

9° Les wagons pour le transport de la houille ;

10° Les wagons pour le transport des grandes pièces de bois.

Nous consacrerons quelques lignes à déterminer les caractères généraux de ces différentes espèces. — Les *wagons de terrassement* sont employés au transport des terres qui servent à composer les remblais. Généralement leur caisse est mobile autour d'un axe, de manière à pouvoir se renverser sur le côté, ou en arrière, comme le font les tombereaux qu'il s'agit de vider. Le meilleur mode de construction pour les wagons de terrassement sera celui qui présentera la plus grande solidité ; c'est au charpentier plutôt qu'au charron que l'on s'adresse dans ce cas. Ceux destinés à être conduits par des chevaux à petite vitesse sont construits plus légèrement que ceux qui sont menés par des machines locomotives.

On a cru pendant longtemps que les wagons de terrassement pouvaient faire l'office des *wagons d'ensablement* pour l'entretien du chemin. Ce double emploi est reconnu impossible aujourd'hui. Les wagons d'ensablement doivent être plus grands et construits avec plus de soin, leur caisse doit être suspendue, etc.; ils font partie enfin du matériel définitif, tandis que le caractère principal des premiers est d'être provisoires. Leurs roues sont cerclées en fer et plus grandes, le centre de gravité est plus élevé, et ils portent en général sur des ressorts destinés à amortir les chocs. Les wagons de terrassement, ne présentant aucun de ces caractères, ont pour résultat, lorsqu'on les emploie à des travaux d'ensablement, de fatiguer considérablement la voie. C'est donc une économie fort mal entendue que de les appliquer à cet usage.

Les wagons pour le transport des voyageurs se divisent en plusieurs classes, qui ne diffèrent entre elles que d'après la manière plus ou moins confortable dont leur intérieur est disposé. En Angleterre on en compte quatre : les voitures de malle, celles de première classe, de seconde et de troisième. Les trois premières seulement sont couvertes. Quelques compagnies en ont établi une cinquème : ce sont les *stanhopes*, espèce de tombereaux découverts, dans lesquels les hommes sont transportés debout, serrés les uns contre les autres, de la même manière

qu'en France l'on transporte le bétail. La misère publique en Angleterre et les prix élevés des autres classes de voitures rendent ce mode de transport le seul accessible aux classes pauvres. En Belgique il y a trois sortes de voitures : les diligences, les chars à bancs et les wagons couverts ; on y comptait autrefois une quatrième classe, celle des wagons découverts, qu'un sentiment d'humanité a fait supprimer. Sur les chemins de fer français on a aussi établi trois classes de voitures ; à l'exception des petites lignes situées aux environs de Paris, les voitures de troisième classe ne sont point couvertes (1).

Les voitures de première et de seconde classe, sur les chemins anglais et sur ceux des environs de Paris, sont divisées en trois ou quatre compartiments dont deux disposés en berlines, les deux autres en coupés. Dans celles de troisième classe, les subdivisions sont complétement supprimées, ce qui les rend très-fatigantes pour les voyageurs, qui ne peuvent pas s'appuyer. Sur plusieurs chemins français on a établi des banquettes sur les impériales des voitures; lorsque les trajets ont quelque étendue, les voyageurs placés sur ces banquettes sont fort incommodés par le courant d'air et par les particules de coke qui s'échappent de la machine. — Les voitures de première classe portent en moyenne 18 à 24 voyageurs, celle de deuxième classe de 30 à 48, et celle de troisième classe de 50 à 72 voyageurs. Depuis l'accident du 8 mai 1842 aucune espèce de voiture ne ferme à clef. La disposition contraire n'est plus guère employée qu'en Prusse et sur quelques chemins de fer anglais, où l'on ne redoute pas moins les accidents qui souvent sont la suite de l'imprudence de quelques voyageurs (2). Le poids des voitures est en moyenne de 3 à 4,000 kilogrammes.

(1) Les nouveaux cahiers des charges ont pourvu à la suppression de cet abus. Désormais toutes les lignes autres que celles actuellement en exploitation, devront couvrir et fermer toutes les classes de voitures.

(2) Sur les chemins de fer badois, une clef, désignée sous le nom de *clef de détresse*, est placée à la portée des voyageurs dans une petite cage en verre : les voyageurs ne peuvent en faire usage qu'en brisant la cage. L'idée ingénieuse de fournir ainsi aux voyageurs un moyen d'ouvrir les portières, moyen qu'ils n'emploieront très-certainement qu'en cas de graves dangers, est due à M. Jobard, directeur du musée de l'industrie à Bruxelles.

Il est un autre mode de distinction pour les voitures, d'après le nombre de roues qui les supportent. Les voitures à quatre roues ont sur celles à six et huit roues l'avantage de mieux se prêter aux nécessités du service et d'exiger des plaques tournantes de moindre diamètre. Mais les wagons à huit roues paraissent offrir moins de prise au danger résultant de la rupture des essieux.

Les wagons pour le transport des marchandises sont généralement découverts. Un petit nombre seulement est fermé. Ce sont ceux qui sont destinés au transport des petits colis nommés articles de messagerie, et des objets qui ont beaucoup de valeur ou que l'humidité pourrait avarier. Ces espèces de wagons seraient très-incommodes si on devait s'en servir pour toute espèce de marchandises; ils rendraient le chargement très-difficile. Les meilleurs wagons pour le transport des marchandises sont à simple plate-forme, sans caisse, comme celui qui est représenté par la *fig.* 37. Les colis placés sur ces wagons sont cordés, puis *bâchés*, c'est-à-dire recouverts de toile goudronnée, afin de préserver les marchandises de l'humidité.

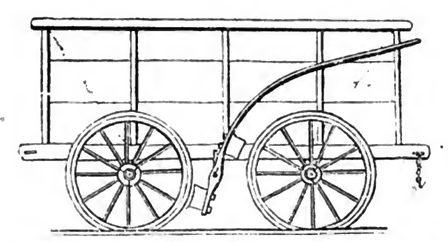


Fig. 38. Elévation latérale d'un wagon pour le transport des marchandises, muni de son frein (ancien modèle).

Cette figure représente un wagon à marchandises d'assez grande dimension pour permettre de charger facilement des objets qui ont un faible poids sous un grand volume. Le châssis, qui est simple et tient plus de la charpente que du charronnage, ne porte sur aucune espèce de ressorts, ce qui en rend l'usage très-économique.

Le wagon représenté par notre figure est pourvu d'un frein

d'ancien modèle, sur le mécanisme duquel nous aurons à nous occuper bientôt.

Les wagons à bagages tiennent le milieu entre les wagons pour voyageurs et ceux pour marchandises. Leur caisse est fort simple, carrée, de grande dimension, généralement couverte et munie de portes assez grandes pour pouvoir y introduire facilement toutes sortes d'objets. Une autre disposition, particulière aux wagons à bagages, c'est que leur intérieur est garni de tablettes pour poser les petits objets; quelquefois un compartiment ferme à clef et sert à renfermer des objets précieux. Les wagons à bagages sont communément placés en tête des convois, parce qu'ils sont ordinairement d'un poids modéré et que leur charge ne peut s'en détacher comme de certains wagons à marchandises et tomber sur la voie.

Les wagons mixtes servent au transport des voyageurs, et ils sont ainsi appelés parce qu'ils se composent de caisses de première classe et de caisses de seconde classe. Il arrive souvent dans l'exploitation que l'on ne peut suffire aux demandes des voyageurs avec une seule voiture d'une certaine classe, et que la plus grande partie des places resterait vide si on en employait deux; on se sert dans ce cas de voitures mixtes.

Les wagons à houille ont assez généralement la forme d'un tronc de pyramide quadrangulaire renversé, comme l'indique la *fig.* 39. On a essayé souvent ceux à forme carrée, aux-

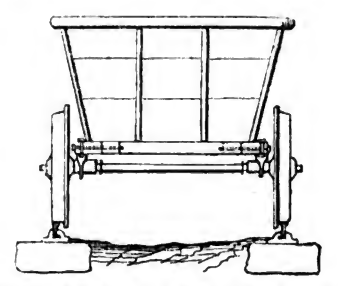


Fig. 39. Wagon pour le transport de la houille.

quels on n'a pas tardé à renoncer. Les wagons à caisse pyramidale coûtent moins cher que ceux à caisse carrée, le mon-

tage en est plus facile, l'entretien moins coûteux. Leur seul défaut, mais il est capital, provient de la mauvaise disposition des boîtes à graisse qui rend le graissage très-difficile; il faudrait remplacer les boîtes actuelles par des boîtes semblables à celles des wagons de voyageurs dans lesquelles la graisse serait maintenue à l'abri de la poussière de la houille. » Le poids ordinaire d'un wagon à houille est de 1,500 kilogrammes et son chargement de 3,400 kilogrammes.

Les wagons pour le transport des voitures sont des wagons ordinaires à plate-forme. Pour opérer le chargement, la voiture doit être placée sur un quai d'embarquement, dont le sol se trouve de niveau avec la plate-forme du wagon. On fait rouler la voiture sur le wagon, et on la fixe solidement de manière à ce qu'elle ne puisse se déranger pendant le trajet.

Nous n'aurons que peu à dire sur les autres espèces de wagons. Ceux qui servent au *transport des dépêches* en Angleterre sont divisés en deux petites chambres, dont l'une contient deux hamacs où les commis qui ne sont pas de service peuvent prendre du repos; l'autre chambrette, placée à l'avant et parfaitement éclairée la nuit, renferme tous les meubles et ustensiles nécessaires pour un bureau. En un mot, ces wagons sont de véritables bureaux de poste. *Les wagons pour le transport des chevaux* se composent de caisses bien aérées, mais fermées afin que l'animal ne puisse voir en dehors. Ceux du chemin de fer de Versailles (rive droite) contiennent six chevaux. Sur le chemin de Bâle à Strasbourg et sur plusieurs chemins anglais, les chevaux sont logés dans des cages à roulettes semblables à celles en usage sur les bateaux à vapeur, et qui ne contiennent qu'un seul cheval placé sur un wagon à plate-forme. Ce dernier mode de transport est le plus économique, en ce qu'il n'oblige pas de construire un matériel coûteux pour un genre de circulation assez peu usité.

§ 5.

DU TENDER.

Le tender ou allége est un chariot d'approvisionnement qui porte l'eau et le charbon nécessaires à l'alimentation de la locomotive, qu'il suit constamment; il est porté sur quatre ou six roues, et est composé de deux parties, *la caisse à eau et la*

caisse à combustible. La première partie, complétement fermée, entoure la seconde entièrement. Le tender est établi sur un plancher en tôle, placé à peu de distance de l'arrière de la locomotive, afin que le chauffeur puisse, selon les besoins du service, passer rapidement de l'un à l'autre de ces appareils ; souvent même il se trouve assujetti au cadre de la locomotive elle-même, comme à certaines locomotives américaines et aux *locomotives-ridder* qui fonctionnent sur le chemin particulier établi entre Gand et Anvers.— Le tender est porté sur les roues au moyen de ressorts et de boîtes à graisse, comme le sont les autres véhicules. A l'arrière sont deux tampons ou coussins en peau de buffle, correspondant à ceux qui existent à chaque voiture ; l'anneau d'attache du train est fixé à une pièce rectangulaire de fer, dans laquelle passe un ressort destiné à amortir les chocs qu'occasionne le brusque rapprochement des voitures. C'est sur les roues du tender que le machiniste fait agir les freins qui servent à modérer la vitesse de la machine.

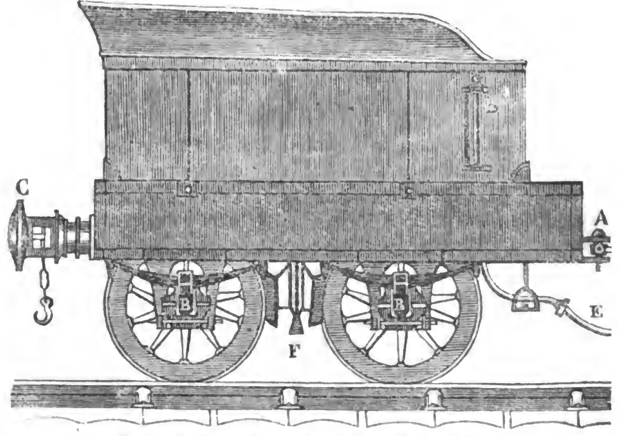


Fig. 40. Tender à quatre roues muni de son frein.

On conçoit que les dimensions du tender d'approvisionnement doivent varier non-seulement suivant la force des machines qu'il doit desservir, mais même suivant la longueur

du trajet que l'on a à parcourir sans s'arrêter; il doit présenter assez de capacité pour contenir, d'une part, un assez grand volume d'eau pour suffire à l'alimentation de la chaudière, et, de l'autre, tout le combustible nécessaire à la durée du travail de la locomotive entre deux stations. Un tender, pouvant contenir 3,200 litres d'eau et 400 kilogrammes de coke, suffit à nos machines ordinaires pour un parcours de cinq à six myriamètres.

Les tenders varient de forme comme de dimensions. Celui que représente notre figure est le plus communément employé, et peut servir pour les grandes locomotives *Stephenson* à six roues. Le réservoir d'eau communique avec la chaudière de la locomotive par deux tuyaux placés de chaque côté; celui de droite, seul visible dans la figure, est indiqué par la lettre E. Des robinets, convenablement placés, permettent de régler à volonté et même de supprimer tout à fait l'arrivée de l'eau par l'un ou par l'autre de ces tuyaux. Deux chaînons, dont l'un est indiqué en A, réunissent la locomotive et le tender. Les quatre roues de ce dernier sont cerclées de fer, les rais sont en bois, le moyeu seul est en fonte; de plus, elles sont chacune garnies à leur jante d'une bague en fer à rebord saillant, comme les roues des locomotives: la surface extérieure de ces bagues est légèrement conique, afin de permettre au tender de suivre les directions courbes comme le moteur qui le traîne. Ces roues sont fixées vers l'extrémité des essieux, lesquels peuvent tourner librement dans les boîtes à graisse B, fixées sous le châssis ou cadre du tender.

Dans l'intérieur de ces boîtes est ajusté un coussinet en bronze qui embrasse la moitié de la circonférence du collet, formé à chaque extrémité de l'essieu; la seconde moitié est seulement embrassée par une espèce de couvercle en fonte, placé au-dessous et fixé à la partie inférieure de la boîte par des boulons. Celle-ci reçoit au-dessus la pression des ressorts, qui, par leur élasticité, amortissent les chocs que les roues font éprouver au tender pendant la marche des convois. Les tampons C présentent ici une disposition particulière, en ce sens qu'à l'élasticité du crin comprimé qui forme leur partie saillante vient s'ajouter l'élasticité d'un ressort additionnel qui se prolonge dans l'intérieur du tender et qui a pour effet d'amortir presque entièrement toute secousse.

Un ingénieur anglais, M. Wroughton, est l'inventeur d'une nouvelle espèce de tender, dont le but est de faire connaître le degré de vitesse de la marche, et de prévenir ainsi les accidents qui peuvent être la suite d'une accélération trop considérable. Le taux de la vitesse est indiqué sur un cadran à mesure que le train avance; un signal indique l'approche du danger assez à temps, pour que le conducteur averti se prépare à faire agir les freins ou à détacher le convoi de la locomotive.

§ 6.

DES FREINS.

Le frein est un mécanisme particulier dont on se sert pour enrayer les wagons, lorsqu'on veut les empêcher de prendre une trop grande vitesse sur les pentes, ou que l'on veut faciliter l'arrêt du convoi. Les freins servent encore à enrayer les voitures à la remonte d'un plan incliné et les empêcher de redescendre, lorsque le câble qui les remorque vient à casser. Lorsque ce fait s'est produit en août 1844 sur le plan incliné d'Ans à la Meuse, près de Liége, l'action des freins a suffi pour maintenir le convoi sur le plan et empêcher la descente. L'usage de freins puissants peut donc prévenir de grands accidents; aussi ne sera-t-il pas sans intérêt de nous arrêter quelques instants sur cette partie importante du matériel des transports sur les chemins de fer.

On a employé jusqu'ici des freins de modèles très-variés. Cependant, quel que soit le grand nombre des mécanismes dont on s'est servi, l'effet du frein se réduit toujours à l'application d'une pièce de bois circulaire, embrassant un arc plus ou moins long de la jante de la roue contre laquelle il vient s'appliquer, et produisant sur cette jante un frottement qui ralentit et même arrête tout à fait son mouvement de rotation. L'action du frein est d'autant plus puissante que le serrage est plus énergique. Toutefois, afin de ne pas déterminer son usure trop rapide et celle de la roue sur le rail, on n'emploie toute sa force que dans des cas périlleux, comme celui que nous citions tantôt par exemple. Lorsqu'en effet la pression du frein contre la roue est très-forte, cette dernière cesse de tourner et ne fait plus que glisser sur le rail. L'énergie et la promptitude du serrage ne

sont donc pas les seules conditions qu'ait à remplir le mécanisme dont nous parlons; une économie sagement entendue prescrit, hors le cas d'accident grave, de n'employer qu'une partie de sa puissance et de ne le faire agir que graduellement.

Le système de frein le plus anciennement employé est représenté dans la *fig.* 38. La partie qui presse la roue, nommée *sabot* par les praticiens, est en bois et boulonnée à un patin en fer, qui dans sa partie supérieure est fixé à un levier recourbé, dont la partie supérieure atteint le dessus du wagon, de manière à être à la portée de la main de l'ouvrier chargé de faire agir le frein. Mais comme cet appareil ne produit ordinairement, même avec un effort considérable, qu'un très-faible serrage, on a imaginé de construire des freins à double *sabot*, semblables à celui représenté en F dans la *fig.* 40. Ce frein se compose de deux fortes pièces de bois que réunissent deux montants verticaux. Entre ces deux montants sont deux coins réunis par une longue tige verticale, dont la partie supérieure, seule visible, est représentée en D. Cette tige est terminée à sa partie supérieure par un pas de vis qui s'engage dans un écrou fixe. Une manivelle, fixée en haut de la tige, sert à la faire monter et descendre en tournant dans cet écrou. Lorsqu'elle monte, le coin inférieur, en se relevant, écarte les deux montants par le bas; ils tournent autour de leurs points de rotation, et font appuyer les deux segments de bois contre les roues, ce qui les enraye. Lorsqu'au contraire la tige descend, le coin inférieur, en s'abaissant, laisse les deux montants libres d'obéir à la pression du coin supérieur qui les fait tourner en sens inverse et dégage les roues. — Au moyen de ce frein on peut empêcher complétement les roues de tourner, et cela avec un effort très-faible. Les pièces de bois doivent être d'un bois très-dur : l'orme tortillard est celui qui convient le mieux.

On ne fait jamais agir les freins sur les roues de la locomotive, mais toujours sur le tender qui la suit. Le frottement produit par l'enrayage de deux ou quatre roues suffit généralement pour arrêter les convois. C'est ainsi que des convois de dix-huit wagons et plus descendent journellement le plan incliné de Rive-de-Gier sur le chemin de fer de Lyon à l'aide de freins qui ne portent que sur deux wagons.

CHAPITRE V.

DESCRIPTION DES MACHINES LOCOMOTIVES.

Des parties principales : de la chaudière, des tiroirs et des cylindres, de l'essieu coudé et des roues. — Des parties accessoires : des roues, des excentriques, des directeurs du mouvement, des pompes d'alimentation, du régulateur, des soupapes de sûreté, de la grille du foyer.

« C'est un inépuisable sujet d'admiration, dit un savant ingénieur, que de voir l'industrie et les ressources de toute nature se développer dans un rapport constamment égal avec l'accroissement progressif de nos besoins, que de voir des découvertes nouvelles venir toujours, au moment opportun, combler les lacunes qui semblaient devoir ralentir la marche de la civilisation » (M. Séguin, *Influence des chemins de fer*).

C'est un beau spectacle, en effet, que cette prévoyance admirable du Créateur, qui a voulu disposer tout à l'avance de telle manière, que la nature n'opposât jamais le moindre obstacle au développement du bien-être de l'humanité. Mais cette prévoyance, qui se fait reconnaître sans cesse dans l'enchaînement des choses d'ici-bas, se manifeste plus particulièrement encore à chacun des pas que nous faisons vers le progrès. C'est ainsi que l'invention de la poudre à canon et celle de l'imprimerie ont été de puissants leviers providentiels, destinés à amener l'humanité au bien et à faciliter le perfectionnement successif du monde social. Et lorsque plus tard la puissance directe, la force matérielle de l'homme s'est trouvée insuffisante, au moment où les instruments de production étaient devenus impuissants à satisfaire aux besoins incessants et multiples déterminés par l'accroissement rapide de la population, voilà qu'une goutte d'eau réduite en vapeur vient suppléer à la faiblesse de l'homme, et lui créer une puissance dont on ne pourra, de longtemps encore, mesurer l'étendue et défini les limites.

Lorsque ensuite l'application de la vapeur aux grands travaux manufacturiers eut donné à la production un degré d'activité tel que les moyens de transport se trouvèrent, sinon insuffisants, du moins trop lents et excessivement coûteux, un nouveau et immense progrès vint encore s'opérer. — Il fallait,

pour que l'humanité pût accomplir son œuvre et persévérer dans le progrès, que la locomotion subît, quant à l'économie et à la célérité, des perfectionnements analogues à ceux que la production avait reçus; sinon l'extrême disproportion qui déjà existait entre le prix de revient des produits pris sur les lieux de production et leur coût lorsqu'ils arrivent sur les lieux de consommation, cette disproportion anormale se serait agrandie au point de devenir un obstacle invincible à l'accroissement constant et régulier de la puissance productive des sociétés. C'est alors que furent trouvés les moyens d'appliquer la force expansive de la vapeur au transport économique et rapide des produits et que la locomotive, ce chef-d'œuvre de l'art mécanique, fut inventée.

L'invention des machines locomotives constitue toute l'importance des chemins de fer actuels. Déjà nous avons montré les phases si diverses que cette invention a eu à traverser avant d'atteindre le point de perfection où nous la voyons aujourd'hui. Il nous reste à déterminer les fonctions de chacune des parties principales dont ces machines se composent : ce sera l'objet du présent chapitre.

Dans le suivant, nous aurons à présenter quelques considérations sur la construction des machines locomotives et sur les nombreuses améliorations dont elles ont été successivement l'objet.

§ 1.

DES PARTIES PRINCIPALES.

Les parties principales d'une machine locomotive sont :

1° *La chaudière*, qui est accompagnée d'un foyer et d'une cheminée, et dont les fonctions consistent à produire et à élever la vapeur.

2° *Les tiroirs et les cylindres*, qui sont les moyens de faire agir la force expansive de la vapeur.

3° *Les manivelles ou essieux coudés et les roues*, par le moyen desquels le mouvement se transmet des pistons à la machine elle-même.

Le mécanisme de ces parties est assez simple pour qu'une

courte description puisse en faire comprendre le jeu. Après avoir décrit successivement chacune de ces trois parties, lesquelles constituent la base du mouvement des machines locomotives, nous nous occuperons de quelques-unes des parties accessoires, destinées à faire agir les parties principales.

1° *De la chaudière.*

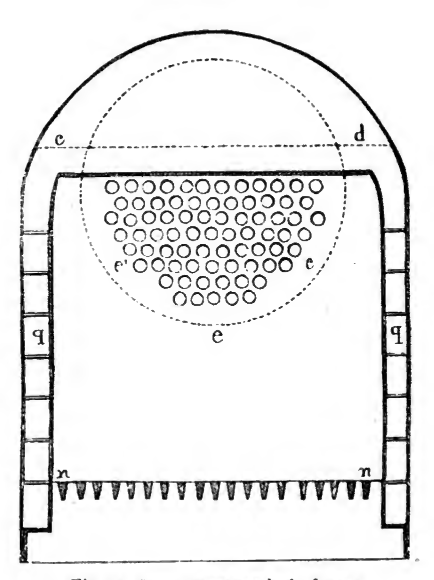


Fig. 42. Coupe transversale du foyer *e*.

La chaudière des machines locomotives, telle qu'elle est aujourd'hui avec les perfectionnements récemment introduits dans sa construction, se compose de trois parties principales. La première, située à l'avant de la machine et qui se trouve surmontée par la cheminée, s'appelle la *boîte à fumée* (*V.* la *fig.* 41). La cloison *tt* la sépare de la seconde partie, qui est la chaudière proprement dite. Enfin à l'extrémité opposée se trouve la troisième partie nommée *boîte à feu* ou *foyer*. Ces

trois parties, dont la réunion constitue la chaudière, forment autant de compartiments distincts, qui ont chacun leur action particulière sur la marche de la machine : la boîte à feu sert à échauffer l'eau qui l'entoure et celle qui est contenue dans la partie centrale. C'est dans les récipients de cette partie que s'engendre la vapeur, laquelle se répand ensuite dans la boîte à fumée, où, au moyen d'appareils particuliers que nous aurons à décrire, elle communique le mouvement à tout l'ensemble.

Les deux premiers compartiments sont remplis d'eau jusqu'à la hauteur de la ligne *c d*, à l'exception des petits tubes qui traversent la chaudière et qui sont occupés par le feu provenant du foyer *c*, représenté par la *fig.* 42, laquelle fait voir distinctement la double paroi latérale de la boîte à feu. Cette paroi n'étant point arrondie, et offrant par conséquent moins de résistance que les parties cylindriques, est soutenue dans le compartiment qui la contient, et est réunie à lui par de forts rivets en fer, destinés à la maintenir et à la consolider. La portion sphérique que l'on remarque dans le haut de la figure représente l'entrée de la chaudière et les orifices des tubes conducteurs de la fumée, représentés dans toute leur longueur par la *fig.* 42.

Ainsi placée au milieu du premier compartiment, la boîte à feu serait complétement entourée d'eau, sans l'ouverture qui forme la porte du foyer, et sans la partie inférieure occupée par la grille *nn* sur laquelle porte le combustible. Le charbon, jeté dans le foyer par l'ouverture, tombe sur cette grille et y est soutenu. Le feu étant allumé et la porte du foyer fermée, la flamme du combustible se trouve confinée dans le foyer et n'aurait aucune issue, si un grand nombre de petits tubes *e'e'* ne la conduisaient jusqu'à la cheminée en lui faisant traverser toute la longueur du second compartiment.

L'avantage de cette disposition, c'est qu'aucune partie du calorique n'est perdue : le feu enfermé dans le foyer se trouve entièrement environné d'eau; la flamme, en se dirigeant vers la cheminée, se divise dans tous les petits tubes, de sorte qu'elle traverse l'eau de la chaudière en ayant une surface considérable de contact avec elle, et qu'elle ne s'échappe qu'après lui avoir communiqué la presque totalité du calorique qu'elle contenait. Une fois arrivée à l'extrémité *e'e''* des tubes, cette flamme se trouve rendue dans le compartiment de la cheminée ou boîte à fumée, et s'échappe librement par la cheminée C. — La cha-

leur est donc appliquée de deux manières bien distinctes : l'eau qui entoure la boîte du foyer est en contact avec le combustible embrasé ; celle qui est située dans le compartiment des tubes est en contact immédiat avec les gaz enflammés qui s'échappent du foyer.

Deux hommes, le machiniste et le chauffeur, sont employés au service de chaque machine.

Les fonctions du machiniste consistent à diriger la machine ; celles du chauffeur se bornent à l'alimentation du foyer. Derrière la machine suit immédiatement le tender, approvisionné d'eau et de charbon, de sorte que l'ouvrier chauffeur peut avec facilité et selon les besoins jeter du coke dans le foyer par l'ouverture *l*, et alimenter d'eau la chaudière. Cette alimentation se fait au moyen d'une pompe aspirante et foulante, mise en jeu par la machine elle-même et dont nous nous occuperons plus loin.

Le machiniste et le chauffeur qui l'accompagne sont placés à l'arrière de la machine sur un plancher qui se compose d'une forte plaque en fer, assujettie à la machine elle-même et placée à quelques centimètres au-dessous de l'ouverture. Ce plancher n'a pu être représenté dans la *fig.* 41, que nous avons simplifiée de tout ce qui ne se rattachait pas d'une manière intime au jeu du mécanisme. Toutefois l'emplacement qu'il occupe est indiqué en BB dans la *fig.* 1re.

1° *Des tiroirs et des cylindres.*

La seconde partie importante du mécanisme des machines locomotives est l'appareil des tiroirs et des cylindres, dont la *fig.* 41 peut montrer la disposition.

Dans les machines locomotives, il y a généralement deux cylindres indépendants l'un de l'autre et placés à la partie inférieure de la boîte à fumée, quelquefois en dehors et plus souvent à l'intérieur (comme à la *fig.* 42), afin d'éviter la trop grande déperdition de chaleur. Lorsque les roues de la machine sont *couplées* (1) les cylindres, au lieu d'être horizontaux, sont assez ordinairement inclinés.

(1) On dit des roues qu'elles sont *couplées* ou accouplées, lorsque

Le *tiroir* X est l'appareil qui, par le tuyau V, reçoit la vapeur avant son admission dans le cylindre; son but essentiel est de régler cette admission. Les tiroirs sont encore utilisés comme régulateurs et notamment pour la *détente* dont il sera question au chapitre qui suit.

La disposition et le jeu de ces deux parties du mécanisme des machines locomotives s'expliquent facilement à l'aide de la *fig.* 42, dans laquelle elles sont représentées en coupe. Dans la partie supérieure de la chaudière, qui est occupée par la vapeur, se trouve un large tube V,V',V'', appelé *tube à vapeur*, qui, ouvert à l'une des extrémités V, mène au dehors de la chaudière. C'est ce tube qui conduit la vapeur dans les cylindres. En V', dans l'intérieur de ce tube, est un robinet ou régulateur, dont la poignée, sortant en dehors de la machine, est désignée par la lettre T. C'est en tournant plus ou moins cette poignée que l'on peut à volonté ouvrir ou fermer le passage à la vapeur.

La vapeur étant donc produite en grande abondance dans la chaudière, et ne pouvant s'en échapper, s'y élève à un degré de force considérable. Si, en ce moment, on ouvre le robinet V', la vapeur, pénétrant dans le tube par l'ouverture V, le suit jusqu'à l'entrée *v'* de la boîte à tiroirs. Là le tiroir X, qui se meut en même temps que la machine, ouvre successivement communication à la vapeur avec l'un et l'autre bout des cylindres. Ainsi cette vapeur pousse alternativement le piston d'une extrémité à l'autre des deux cylindres. Ceux-ci sont, comme l'indique la figure, placés horizontalement dans le bas du compartiment de la cheminée, où le passage de la flamme et les parois elles-mêmes de ce compartiment les protégent contre l'effet condensateur de l'air froid, et les maintiennent au degré de chaleur convenable.

celles de chaque côté des deux essieux consécutifs sont réunies, deux à deux, au moyen de fortes bielles en fer. Les bielles alors sont terminées à chaque extrémité par des manivelles agissant, en dehors du corps de la machine, sur les essieux des roues. L'accouplement des roues a pour but d'augmenter l'*adhérence* de la machine sur les rails; il est surtout employé pour remorquer les lourds convois sur des pentes de forte inclinaison.

La direction des flèches dans les différents tuyaux indique la ligne de circulation de la vapeur. On la voit arriver de l'ouverture V jusqu'à la boite à tiroirs. Dans la situation où est ici représenté le tiroir, on voit que le passage n° 1 se trouve ouvert à la vapeur et qu'ainsi le piston est poussé dans la direction de la flèche. Dans l'instant suivant le passage n° 2 sera ouvert à son tour, et le piston sera poussé en sens inverse. La vapeur, après avoir terminé son effet, passe dans le tuyau *v*, qui la conduit dans la cheminée, par où elle s'échappe et passe dans l'atmosphère. (Ce mouvement alternatif des tiroirs est mieux indiqué encore par les *fig.* 43 et 44, représentées plus bas.) La prise de vapeur se fait en V, dans un dôme, élevé à dessein, pour que le bouillonnement et les secousses de la machine ne puissent faire sauter l'eau de la chaudière jusque dans l'ouverture V.

3° *De l'essieu coudé et des roues.*

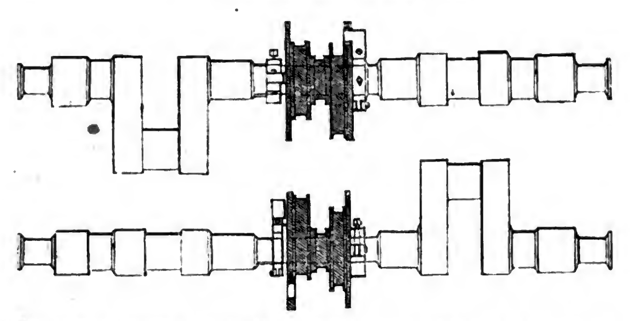


Fig. 43 et 44. Arbres à manivelles, ou essieux coudés portant les roues motrices.

Les manivelles ou essieux coudés des machines locomotives sont des barres ou tiges fixées par l'une de leurs extrémités à un point *y* (*fig.* 41), autour duquel elles peuvent faire une révolution complète, lorsqu'on applique à l'une ou à l'autre de leurs extrémités une force perpendiculaire à leur direction. Cette pièce, dans les machines locomotives, constitue l'essieu principal; c'est sur elle qu'agit la bielle *z*, afin de transformer le mouvement de va-et-vient du piston en un mouvement circulaire qui entraîne les roues, mouvement basé

sur le principe du rouet à pied ordinaire. Quant à la disposition des manivelles, elle varie selon la position des cylindres : elles sont taillées à plein dans le corps de l'essieu dont elles font un arbre coudé, si les cylindres sont placés à l'intérieur de la boite à fumée; si au contraire ces cylindres sont en dehors, les bielles viennent s'articuler avec les manivelles placées à chaque extrémité de l'essieu. La disposition indiquée en premier lieu est, à beaucoup près, la plus communément usitée.

Nous avons vu (2° *Des tiroirs et des cylindres*) la manière dont les tiges des pistons sont mises en jeu en glissant dans les guides qui assurent leur mouvement rectiligne horizontal. La *fig.* 41 représente assez distinctement cet effet. On y voit que la vapeur, poussant et tirant alternativement le piston, fait tourner la manivelle *y,z*, et par conséquent l'essieu et la roue qui y est fixée. Cependant, comme dans le mouvement d'une manivelle il y a deux points où la force alternative qui met cette manivelle en jeu n'a pas plus de tendance à la mouvoir dans un sens que dans un autre, ce qui a lieu quand le rayon de la manivelle se trouve dans la direction du mouvement de va-et-vient, on a soin de placer à angle droit et l'une sur l'autre les deux manivelles correspondant respectivement aux deux pistons. Par ce moyen l'une a toujours son plein effet dans le moment même où l'autre cesse d'agir, de sorte que le mouvement est plus régulier et que la force de la machine reste constamment la même. Les deux cylindres étant, ainsi qu'on l'a dit plus haut, placés dans le bas de la boîte à fumée, les tiges des pistons communiquent directement par-dessous la machine avec les deux manivelles, lesquelles ne sont que des coudures de l'essieu. Celui-ci étant mis en mouvement, ces deux roues qui y sont attachées tournent en même temps. La machine exécute donc sa progression de la même manière qu'une voiture dont on ferait tourner les roues en poussant aux rais.

La vapeur, en agissant sur les pistons, les met en mouvement, et les pistons par l'intermédiaire des tiges, bielles ou manivelles, font tourner l'un des essieux avec la roue attachée à son extrémité. Mais, le mouvement de rotation des roues se trouvant contrarié par la résistance qu'elles rencontrent sur le rail, ce mouvement ne peut s'accomplir qu'autant que les roues surmontent cette résistance en glissant ou qu'elles marchent en avant avec tout l'appareil. Le seul point d'appui du mouve-

ment se trouve dans la résistance à la surface du rail. Si cette résistance, improprement nommée *adhérence* (1), est suffisante, les roues ne glissent pas, et la machine marche en avant.

On pourrait douter que, sur une surface aussi unie que celle des rails, la machine pût avancer en vertu du seul mouvement de rotation imprimé à ses roues, surtout lorsque cette machine doit traîner à sa suite un poids considérable. Mais l'expérience prouve que, quelque faible que paraisse devoir être l'adhérence d'une roue sur un rail bien poli, comme d'autre part la force nécessaire pour tirer un poids sur un chemin de fer est extrêmement faible, elle est cependant suffisante pour que la machine, suivie de tout son poids, exécute sa progression.

Une partie intéressante du mécanisme des machines locomotives est celle qui sert à renverser au besoin la distribution de la vapeur et à changer ainsi la marche de la machine, c'est-à-dire à la faire reculer si elle avance et avancer si elle recule. Le mécanicien, ayant à sa portée le *robinet* ou *régulateur* dont la poignée, située à l'extérieur de la machine, est désignée par la lettre T (*fig.* 41 et 46), ouvre et ferme à volonté le tube V, V', V'' (*fig.* 41) par lequel la vapeur se rend dans les cylindres, et le levier servant à renverser le mouvement de la machine. « On est émerveillé, dit avec raison M. Perdonnet, de voir avec quelle aisance et quelle facilité un seul homme peut plier à ses moindres caprices une puissance aussi énorme, et agir sur elle beaucoup plus facilement qu'un habile cocher ne pourrait le faire sur des chevaux fougueux ou indociles. Mais cette faculté que possède la locomotive, de varier ainsi ses effets d'après les services que l'on en exige, ne constitue encore qu'un des moindres avantages de cet admirable véhicule. Nous aurons à examiner et faire ressortir les autres avantages de la locomotive, en étudiant chacune des parties accessoires dont elle se compose.

(1) Cette dénomination est vicieuse en ce qu'elle peut jeter de la confusion dans les idées. L'*adhérence,* dans ce cas, est une résistance au glissement, tandis que généralement l'on entend par ce mot la résistance qui s'oppose à la séparation de deux corps qui viennent se joindre successivement à d'autres corps déjà réunis en une masse sensible.

§ 2.

DES PARTIES ACCESSOIRES.

Les parties *accessoires* des machines locomotives ne sont ainsi nommées que parce qu'elles servent à faire agir les parties principales; car elles sont, pour la plupart, essentielles au mouvement et à l'action du mécanisme.

Parmi les parties accessoires du mécanisme des machines locomotives, les principales, c'est-à-dire celles qui agissent le plus directement sur le mouvement, ou qui s'y adaptent d'une manière intime, sont :

1° Les tiroirs ;
2° Les excentriques;
3° Les pompes d'alimentation ;
4° Le régulateur et la soupape de sûreté.

Nous aurons à décrire en peu de mots le mécanisme et le caractère essentiel de ces différentes parties relativement à leurs fonctions dans l'ensemble du mouvement des machines locomotives.

1° *Des tiroirs.*

Nous avons vu que la soupape à tiroir admet successivement la vapeur au-dessus et au-dessous du piston de chaque cylindre, et que de là résultait le mouvement alternatif qui est la source du mouvement des machines locomotives. Il nous reste maintenant à examiner la marche des tiroirs et la manière dont ils fonctionnent. — Le machiniste ayant, au moyen de la poignée T, ouvert le robinet ou régulateur qui donne admission à la vapeur dans les conduits, cette vapeur arrive de la chaudière par le tuyau V (*fig.* 41) dans la boîte à soupape. Comme elle presse de toute sa force sur la partie supérieure X du tiroir, elle l'oblige de rester en contact immédiat avec la face plane sur laquelle le tiroir lui-même glisse en exécutant son mouvement. Lorsque ce dernier se retrouve dans la situation indiquée par la figure, la vapeur prend la route 1, vient agir au-dessus du piston, et le pousse dans la direction de la flèche. Pendant ce temps la vapeur qui existait au-dessous du piston s'échappe par le conduit 2, qui communique alors à l'extérieur

au moyen du passage de sortie ou port d'éduction 3. Lorsque ce premier effet est terminé, le tiroir est poussé au moyen de sa tige dans une position opposée à celle qu'il occupe dans la figure, c'est-à-dire que le conduit 2, primitivement fermé, se trouve ouvert à la vapeur venant de la chaudière, et que le conduit 1, primitivement ouvert, se trouve fermé à son tour. Cette tige pousse donc le piston en sens opposé à son premier mouvement pendant que le conduit 1, communiquant à son tour avec le passage de sortie 3, donne un libre essor à la vapeur qui a terminé son effet utile. Le mouvement se continue ainsi, et le tiroir, passant d'une position à l'autre, ouvre et ferme successivement à chaque coup de piston les passages ou ports de la vapeur, de manière à ce que celle-ci agisse tour à tour au-dessus et au-dessous du piston. Cette vapeur est alors conduite dans la cheminée pour y accroître le courant d'air destiné à attiser le feu.

2° *Des excentriques.*

Le jeu alternatif du tiroir n'est exécuté par la vapeur qu'au moyen des excentriques attachés à l'essieu. L'excentrique est calé sur l'arbre à manivelle. A mesure que celui-ci tourne, l'excentrique, se trouvant entraîné dans un même mouvement, pousse et tire alternativement la tige du tiroir.

Les *fig.* 45 et 46 représentent cet effet. La partie de l'extrémité de gauche de ces deux figures représente la coupe de l'arbre à manivelle *y* (*fig.* 41) ou essieu coudé, laquelle est hachée. Au-dessus de l'essieu (*fig.* 45) et à côté (*fig.* 46) est un autre point noir, aussi haché, et représenté en *z* dans la *fig.* 41. Ce point représente la bielle ou l'excentrique, qui communique le mouvement de rotation à l'essieu coudé des roues motrices, lequel, en tournant, entraîne l'excentrique avec lui, et conséquemment fait décrire au point *z* un cercle autour du point *y* (*fig.* 41). Dans ce mouvement, le point *z*, passant successivement à droite et à gauche du point centre *y*, doit nécessairement pousser et tirer la tige qui agit sur les tiroirs placés dans le cylindre de la boîte à fumée; d'autre part, le point environné de tous côtés par *y*, et haché en sens contraire, figure le bout de la manivelle ou la coudure de l'essieu mis en jeu par le piston.

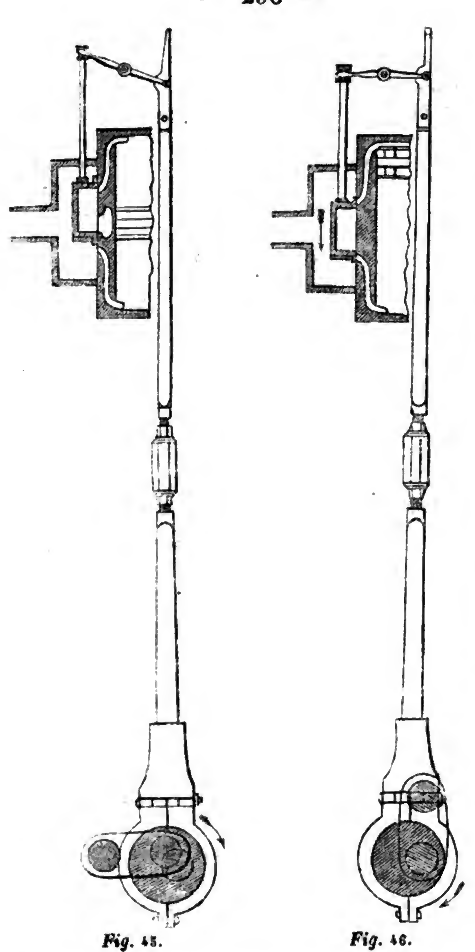


Fig. 45. Fig. 46.

Bielles communiquant le mouvement de rotation à l'essieu coudé des roues motrices.

Une fois cette disposition bien comprise, on pourra se rendre compte du mouvement alternatif de tout l'assemblage : la va-

peur en poussant le piston d'un bout à l'autre du cylindre fait faire un tour à cette manivelle, l'essieu *y* fait aussi une demi-révolution autour de lui-même; le point *z* décrivant une demi-circonférence autour du centre *y*, l'excentrique pousse la tige du tiroir d'une de ses positions extrêmes à l'autre, c'est-à-dire, d'un bout à l'autre de sa course. Ainsi placé par cette première opération, le tiroir admet alors la vapeur sur le côté opposé du piston. Ce piston recule, fait faire un demi-tour à l'essieu, et par là le tiroir se trouve ramené à sa position primitive, et ainsi de suite.

L'effet de tirer et pousser alternativement la tige du piston au moyen du mouvement de rotation de l'excentrique est exécuté par le moyen d'un anneau de métal fixé au bout de la tige, et dans lequel l'excentrique tourne à frottement doux. Il résulte de cet arangement qu'à mesure que le grand rayon de l'excentrique passe en tournant d'un côté à l'autre du centre, il conduit avec lui la tige attachée à cet anneau et lui communique le mouvement alternatif. L'excentrique fait donc ici l'effet d'une manivelle ordinaire pour transformer le mouvement circulaire de l'essieu en un mouvement de va-et-vient appliqué au tiroir, sur le principe opposé à celui qui change le mouvement alternatif du piston en un mouvement circulaire appliqué à l'essieu de la machine; à cette différence près, que l'excentrique dispense de la coudure qu'il aurait fallu faire à l'essieu pour y établir une manivelle.

La tige des tiroirs ne se trouvant pas dans le même plan que l'essieu de la machine, l'excentrique ne peut pas communiquer en ligne directe le mouvement à la tige même du tiroir. Ce mouvement est communiqué par l'intermédiaire d'un levier à balancier adapté à l'extrémité droite de la tige et dont le point fixe est indiqué un peu au-dessus du niveau de cette même tige. Dès que l'excentrique recule, la tige du tiroir avance, et ainsi de suite comme on peut le voir dans les deux *fig.* 45 et 46, qui représentent le mouvement de va-et-vient particulier aux tiroirs. En examinant la *fig.* 46, on peut voir que lorsque le tiroir passe de l'une à l'autre extrémité de sa course et qu'il se trouve arrivé juste au milieu de l'espace dans lequel il exécute son mouvement, il est un instant où les deux ports de la vapeur se trouvent fermés à la fois. Cet effet a lieu dans le moment où le tiroir change les passages de la vapeur, et il cor-

respond sensiblement au point où le piston change sa direction, coïncidence qui provient de ce que le rayon de l'excentrique se trouve à angle droit sur le rayon même de la manivelle. Le tiroir est alors dans sa position moyenne, c'est-à-dire qu'il change les communications de la vapeur dans le temps même où le piston qui est au fond du cylindre est prêt à changer aussi la direction de son mouvement.

3° *Des pompes d'alimentation.*

En dessous du corps de la machine sont deux pompes *pp*, indiquées, autant qu'il a été possible de le faire, dans la *fig.* 41. Ces pompes servent à alimenter d'eau la chaudière. Chacune d'elles est située immédiatement au-dessous de la tige du piston de chaque cylindre. C'est cette même tige qui met en jeu le piston de la pompe, en l'entraînant dans son mouvement. Chaque pompe aspire l'eau du convoi dans le corps de pompe et la refoule ensuite dans la chaudière. L'emploi de deux pompes assure l'alimentation de la chaudière, en ce sens que, si l'une se dérange, l'autre peut la remplacer facilement. Bien que ces pompes soient constamment en mouvement, elles ne peuvent cependant faire passer de l'eau dans la chaudière que lorsqu'on ouvre le robinet du tuyau de succion, lequel permet à l'eau dont est pourvu le tender d'arriver jusqu'au corps de pompe.

Les soupapes de ces pompes sont ingénieusement formées d'une petite sphère métallique, reposant sur un siége circulaire, où elle s'applique toujours hermétiquement. Leur jeu s'exécute par soulèvement dans un cylindre dont les parois sont percées de quatre fenêtres ou ouvertures servant au passage de l'eau. L'eau s'introduit par l'intérieur du cylindre, au-dessous de la balle sphérique qu'elle soulève, et se répand dans le corps de pompe par les ouvertures. Cette soupape, qui est de l'invention de M. Melling, mécanicien anglais, ne manque jamais son effet, et les pompes d'alimentation, qui, dans l'origine, étaient très-sujettes à se déranger, fonctionnent aujourd'hui avec beaucoup de régularité.

4° *Du régulateur.*

Le régulateur est un appareil servant à régulariser l'introduction de la vapeur qui se rend de la chaudière dans le cylindre de la machine. Il se compose simplement de deux disques superposés, dont l'un est mobile et dépendant de la tige, à laquelle est fixée la poignée T (*V. fig.* 1 et 41) qui sert à la faire agir.

Le disque inférieur, étant immobile, ferme le tuyau de sortie de la vapeur. L'extrémité du carré qui traverse ce disque sert à centrer ensemble les deux disques. En faisant, au moyen de la poignée T, mouvoir circulairement le disque supérieur sur le disque inférieur, on conçoit qu'il est possible d'amener les deux *fenêtres* ou ouvertures à se trouver correspondantes l'une à l'autre. Dès lors le passage est ouvert entièrement. Dès que les deux fenêtres ne correspondent plus l'une à l'autre, toute communication est interceptée. Lorsque le passage est ainsi fermé, alors la vapeur tient les deux disques en contact immédiat l'un avec l'autre, en pressant avec toute sa force contre le disque supérieur.

Parfois aussi le régulateur se construit différemment : on lui donne la forme d'un robinet ordinaire à deux voies, et la vapeur arrive par le haut. Mais la disposition précédente est la plus généralement employée.

5° *Des soupapes de sûreté.*

Les soupapes de sûreté ont pour but de prévenir les dangers résultant d'un excès de tension de la vapeur qui se forme dans la chaudière. Par l'établissement de ces appareils, la vapeur s'échappe dès que sa force élastique atteint une certaine limite au delà de laquelle il pourrait y avoir danger pour la chaudière, limite déterminée au moyen d'un niveau d'eau fixé à la machine.

Les soupapes de sûreté, représentées *fig.* 1 et 41 par les lettres E, F, se composent, comme la plupart de ces appareils, d'un disque métallique couvrant un orifice pratiqué dans la paroi de la chaudière et pouvant se soulever du dedans en dehors par l'effet de la pression intérieure, mais chargé d'un poids tel, que le soulèvement ne puisse avoir lieu que dans le cas où cette pression dépasse une certaine limite.

6° *De la grille du foyer.*

La dernière partie du mécanisme des machines locomotives dont nous aurons à nous occuper nécessitera quelques considérations succinctes. La grille du foyer, sur laquelle se dépose le combustible, n'est pas, comme les grilles ordinaires, faite d'une seule pièce; elle est au contraire formée de barres de fer séparées, que l'on place juxtaposées dans le fond du foyer, où elles sont supportées par leurs deux extrémités (*V.* la *fig.* 42). Cette disposition procure divers avantages: ainsi, s'il arrive à la chaudière quelque accident qui lui fasse perdre l'eau rapidement et mette ainsi la machine en danger, on peut, au moyen d'un crochet, renverser en un instant toutes les barres et de cette manière éteindre immédiatement le feu, en le faisant tomber sur la route avec les barres qui le supportaient. C'est aussi de cette manière que tous les soirs on vide le foyer, dès que la machine a fini son ouvrage.

Les barreaux qui forment la grille du foyer sont en fonte ou en fer forgé ; mais ce dernier cas est préférable. Ils sont à claire-voie, afin de laisser passage à l'air qui vient du dehors alimenter la combustion. Quant à leur espacement, il dépend essentiellement de la nature et de la qualité du combustible employé, selon que l'on brûle de la houille, du bois, du coke ou de la tourbe.

Nous terminerons ici la description des machines locomotives; nous croyons que le lecteur aura suffisamment saisi le mécanisme des parties principales. La légende qui accompagne la figure lui sera d'un grand secours, même après la description qui précède, afin de bien classer dans son esprit l'ensemble des diverses parties que nous venons de considérer isolément, et dont la réunion constitue l'action de ces puissants moteurs. — Cette description ne s'applique qu'aux locomotives les plus modernes, et destinées à un service actif, régulier et rapide. Il existe encore en Angleterre plusieurs lignes sur lesquelles on rencontre des machines construites d'après les anciens systèmes, abandonnés aujourd'hui. Dans plusieurs de ces machines, le feu traverse la chaudière dans un simple tube qui sert de foyer et aboutit immédiatement à la cheminée. Dans d'autres, ce tube fait un retour sur lui-même dans la chaudière avant

d'arriver à la cheminée; cette dernière se trouve alors placée à côté de la porte du foyer. D'autres fois, ce tube se subdivise au bout de la chaudière et fait son retour par deux autres plus petits. Toutes ces machines, de construction ancienne, ne peuvent produire une quantité suffisante de vapeur, et ne servent qu'à transporter la houille et les autres marchandises encombrantes. Les transports ne s'y font guère qu'à la vitesse de 8 milles (15 kilomètres) par heure, avec des trains moyens de 24 wagons.

CHAPITRE VI.

CONSTRUCTION DES MACHINES LOCOMOTIVES

De la chaudière et de ses différentes parties. — Des tiroirs, des cylindres et de leurs parties accessoires. — Du train. — Du cahier des charges. — Des perfectionnements introduits dans la construction des machines locomotives.

Nous aurons à déterminer dans ce chapitre les principes généraux qui servent de guide aux constructeurs dans l'exécution des diverses parties dont les machines se composent, ainsi que les conditions essentielles exigées par le cahier des charges de l'Etat pour la parfaite exécution de tout l'ensemble. Nous terminerons en décrivant les améliorations principales introduites depuis ces dernières années dans la construction des machines locomotives, améliorations qui en ont perfectionné considérablement le jeu, le mécanisme et les effets.

§ 1.

DE LA CHAUDIÈRE ET DE SES DIFFÉRENTES PARTIES.

Les trois parties principales d'une locomotive se composent, ainsi qu'on l'a vu au précédent chapitre, de la chaudière, des tiroirs et cylindres, des manivelles et des roues. Chacune de ces parties elles-mêmes se compose de parties accessoires, dont nous aurons à nous occuper successivement.

Du foyer. Les dimensions et les dispositions de cette partie de la chaudière doivent être subordonnées à la quantité et à la qualité du combustible que l'on consomme. Les foyers destinés à brûler de la houille et du coke ont moins de hauteur et de capacité que ceux où l'on emploie la tourbe et le bois, par la

raison que l'air, dans ce dernier cas, circule plus librement, et qu'il n'y aurait de brûlé qu'une très-petite quantité d'air si la couche de combustible n'était pas plus épaisse. Le bois et la tourbe d'ailleurs ne soutiennent pas aussi bien le feu que la houille et le coke; de là la nécessité d'en accumuler une grande quantité dans le foyer, tout en réservant pour la flamme la hauteur nécessaire à son développement et à la production de ses effets par son contact avec l'air. — Les dimensions les plus ordinaires des foyers sont, d'après ces différents cas, de 80 centimètres à 1 mètre carré, sur 50 à 70 centimètres de hauteur. Ils contiennent, en moyenne, de 4 à 5 hectolitres et demi, depuis la grille jusqu'au premier rang des tubes. Le foyer, construit en fer forgé, est soutenu dans le compartiment qui le contient par le moyen de forts rivets en cuivre, et ses parois, formées de doubles enveloppes métalliques qui contiennent de l'eau dans leurs intervalles, lui donnent une très-grande solidité.

La grille du foyer, sur laquelle porte le combustible, est composée de barreaux quelquefois en fonte et plus souvent en fer forgé et à claire-voie, afin de laisser passage à l'air qui vient du cendrier alimenter la combustion; leur écartement varie d'après la nature et la qualité du combustible que l'on emploie: il est plus considérable pour le bois que pour tout autre combustible, pour la houille grasse et collante que pour la houille maigre et le coke, et, en aucun cas, il ne doit être de plus du tiers ou du quart de la surface totale de la grille.

De la chaudière. La puissance des chaudières dépendant essentiellement des dimensions de la surface de chauffe, les constructeurs ont dû s'attacher à l'agrandissement de ces dimensions afin de produire des machines susceptibles de marcher à grandes vitesses avec de fortes charges. Cet agrandissement de la surface de chauffe a été obtenu par deux moyens, qui sont l'établissement des tubes bouilleurs *e'e''* (*V. fig.* 41 et 42) et celui du *coffre à double enveloppe qq*, qui entoure le foyer et communique avec la chaudière. Les tubes bouilleurs constituent sous ce rapport le principal avantage des nouvelles chaudières; cependant le dernier moyen contribue d'une manière très-puissante à l'évaporation, par le voisinage immédiat des points du foyer où l'intensité du calorique est la plus grande.

Le coffre *qq*, qui entoure le foyer de toutes parts, à l'exception de la partie inférieure occupée par la grille et de l'ouverture *l* par laquelle s'introduit le combustible, est une boîte de forme à peu près carrée, plus large de quelques centimètres que le foyer auquel elle est solidement assujettie. Tout l'espace compris entre ses différentes faces et celles du foyer se trouve rempli d'eau, ce qui, vu le rapprochement de ce coffre du foyer même, détermine une puissante production de vapeur. La largeur transversale de cette boîte est plus considérable que ne l'est celle de la chaudière, de telle manière que la boîte à feu ou foyer occupe toute la largeur de la paroi plane qui ferme la partie cylindrique de la chaudière; son enveloppe extérieure affecte dans sa partie supérieure une forme également cylindrique; mais elle reste ouverte dans sa partie inférieure, afin de faciliter le tirage du foyer. Quant à l'enveloppe intérieure, plate dans sa partie supérieure, elle est fermée sur le devant par la plaque dans laquelle sont encastrés les tubes qui traversent dans toute sa longueur le cylindre de la chaudière. Ainsi qu'on peut le voir par la *fig.* 42, les parois latérales du coffre, qui par le bas se raccordent avec l'enveloppe extérieure et l'arrière également plat, sont fermées par la continuation de leur double enveloppe. Quant à ses dimensions, elles sont généralement plus fortes que celles du foyer de 7 à 10 centimètres au plus : la difficulté de donner une trop grande dimension au fourneau et le besoin de conserver au foyer le plus d'étendue possible ne permettent guère de dépasser cette dernière limite.

La partie cylindrique de la chaudière se compose de feuilles de tôle de fer, ou de feuilles de cuivre, posées à recouvrement l'une sur l'autre et jointes ensemble par des rivets en fer, comme on le voit *fig.* 1. Le cuivre est souvent préféré à la tôle, tant à cause de sa durée et de la plus grande facilité qu'il présente pour les réparations que de sa valeur intrinsèque lorsque les chaudières sont hors de service. Bien que la cohésion du cuivre soit moindre que celle du fer, on peut se contenter de donner aux feuilles une épaisseur égale à celle de la tôle : le cuivre laminé présentant une résistance plus grande. Ordinairement, pour éviter la déperdition du calorique dans l'air, on enveloppe le corps de la chaudière d'une chemise en bois, formée de douves longitudinales maintenues par des cercles en fer. La plaque de l'avant et celle de l'arrière sont percées de

trous destinés à recevoir les tubes bouilleurs *e'e''* (*fig.* 41), lesquels, par leur importance dans le mécanisme de la chaudière, méritent de nous occuper particulièrement.

Des tubes bouilleurs. C'est par ces tubes que la flamme et les gaz brûlés se rendent dans la boîte à fumée après avoir dans leur trajet échauffé l'eau de la chaudière ; ces tubes font en même temps l'effet de tirants servant à consolider les deux parois extrêmes de la chaudière. Ils sont généralement en laiton ou cuivre jaune laminé, bien que ce métal coûte beaucoup plus que le fer; les premiers, qui étaient en cuivre rouge, furent rongés par le feu avec une extrême rapidité. — Il serait assez difficile d'assigner un terme précis à leur durée, laquelle dépend essentiellement de la nature du combustible employé ; la manière dont le coke est fabriqué et la nature des substances étrangères qu'il contient, principalement le soufre, exercent à cet égard une influence qui fait considérablement varier les résultats. Lorsque le coke est de bonne qualité, on admet que la durée moyenne des tubes équivaut à un parcours de 30 à 40,000 kilomètres. — Quant aux meilleures dimensions à leur donner, plusieurs expériences, qui toutes ont réussi et ont produit à peu près la même quantité de vapeur, portent à croire que l'avantage des chaudières tubulaires consiste principalement dans l'extrême division de la flamme plutôt que dans les dimensions respectives de chacune de ces divisions.

Cependant beaucoup de constructeurs préfèrent augmenter le diamètre des tuyaux en en réduisant le nombre, par la raison que ceux d'un petit diamètre sont plus exposés à être bouchés promptement par la suie qu'y dépose la flamme, trop gênée dans sa circulation. Leurs dimensions les plus ordinaires sont celles de 30 à 38 millimètres pour le diamètre et de 3 millimètres pour l'épaisseur. Quant à l'assujettissement des tubes bouilleurs, il s'opère en pratiquant dans les deux parois extrêmes de la chaudière des trous parfaitement cylindriques, dans lesquels les tubes viennent s'encastrer par leurs extrémités, que l'on fixe solidement en chassant avec force dans leur intérieur des anneaux ou viroles d'acier légèrement coniques d'une dimension un peu plus forte que le tube. Le fréquent nettoyage des tubes, au moyen d'une brosse emmanchée sur une tige de fer, constitue l'une des conditions essentielles d'un bon état d'entretien .

Etendue de la surface de chauffe. C'est à l'établissement des tubes bouilleurs et de la boîte remplie d'eau qui enveloppe le foyer qu'est due, par l'augmentation de la surface d'eau échauffée, toute la puissance des locomotives actuelles. Dans les premières machines à quatre roues et à chaudières tubulaires, la surface de chauffe réduite, c'est-à-dire comprenant la surface de chauffe du foyer et seulement un tiers de celle des tubes, ne dépassait pas 13 mètres carrés; elle atteint 26 mètres, c'est-à-dire le double, dans les dernières machines de Stephenson, dont les tubes ont 3^{m},69 de longueur, tandis qu'ils n'avaient auparavant que 2^{m},54 (1). De là résulte non-seulement une augmentation de puissance motrice, mais encore un meilleur emploi du combustible, dont le calorique est beaucoup mieux utilisé.

La force de la chaudière, c'est-à-dire la quantité de vapeur qu'elle peut produire dans un temps donné, s'estime en raison de l'étendue de la surface de chauffe. Par la manière dont les constructeurs disposent la chaudière et le foyer, cette surface occupe environ les trois cinquièmes de la surface totale de la chaudière. On porte à un mètre carré l'étendue de surface de chauffe nécessaire à la production d'une force de cheval, de sorte qu'une machine dont la chaudière aura 15, 20 ou 25 mètres de surface de chauffe possédera une force d'un même nombre de chevaux (2).

Des pompes alimentaires. L'eau, à mesure qu'elle s'échappe

(1) *Etudes sur les machines locomotives,* par M. F. Mathias, 1re partie. Cet ouvrage estimé nous a fourni plusieurs renseignements utiles sur les nombreux progrès récemment introduits dans la construction de ces machines.

(2) On obtient le chiffre de l'étendue de la surface de chauffe par la division de cette surface en deux parties : la *surface directe,* comprenant la partie de la chaudière directement exposée à l'action du combustible, et la *partie indirecte,* qui ne reçoit cette action que par le contact avec les tubes dans lesquels circule le courant d'air chaud qui, du foyer, se rend dans la boîte à fumée. La puissance de vaporisation de la partie indirecte, presque insignifiante dans les chaudières ordinaires, s'élève, proportion gardée, au tiers de la surface directe dans les chaudières des locomotives. Le calcul de l'étendue de la surface de chauffe s'établit d'après cette proportion.



de la machine sous forme de vapeur, doit être remplacée si l'on veut que la chaudière produise, constamment et sans danger, la quantité de vapeur nécessaire. Tel est le but de l'établissement des pompes alimentaires. Cette partie constitue un des points les plus importants du mécanisme de la chaudière, et la plupart des avaries et des accidents constatés proviennent généralement de ce qu'elle cesse de fonctionner par suite de quelque dérangement dans le mécanisme. Les pompes alimentaires, mises en mouvement par la machine elle-même, sont représentées en *p* dans la fig. 1; *c* représente un des deux tuyaux qui font communiquer les pompes placées de chaque côté de la chaudière avec le réservoir d'eau porté par le tender.

Tous les constructeurs donnent aux pompes alimentaires des dimensions suffisantes pour une production d'eau beaucoup plus considérable que celle que consomment les cylindres, afin que, en cas d'accident, une seule puisse suffire à l'alimentation. Mais la plupart diffèrent d'opinion relativement à la disposition la plus avantageuse qu'on peut leur donner. C'est ainsi que Sharp et Roberts, constructeurs anglais très-renommés, disposent les pompes de manière à ce que le mouvement leur soit communiqué par la tige du piston des cylindres et qu'elles aient toujours par conséquent la même longueur de course. M. Stephenson au contraire fixe les pompes horizontalement derrière l'essieu coudé contre une plaque en fer, rivée sur la partie intérieure de la boite à feu, et il met en mouvement leurs pistons au moyen des colliers des excentriques de la marche en arrière; mais, comme leur longueur de course ne dépasse pas 10 centimètres, le corps de la pompe doit avoir un diamètre de 10 centimètres et demi, c'est-à-dire le double de celui que présente le système opposé. Cette disposition sert à pouvoir placer le *cadre* (partie principale et extérieure du châssis qui supporte la machine) à l'intérieur des roues, de manière à présenter un moindre danger en cas de la rupture de l'essieu.

Des soupapes. On distingue deux espèces de soupapes : les soupapes des pompes alimentaires et les soupapes de sûreté. C'est de ces dernières seulement que nous voulons parler en quelques mots : les autres ne différant des soupapes des pompes ordinaires que par la nécessité d'une plus grande précision.

Les soupapes de sûreté ont pour but de prévenir les dangers

résultant d'un excès de tension de la vapeur. Elles se composent d'un disque métallique couvrant un orifice pratiqué dans la paroi de la chaudière, et pouvant se soulever du dedans au dehors par l'effet de la pression intérieure, mais chargée d'un poids tel, que le soulèvement ne puisse avoir lieu que dans le cas où cette pression dépasse une certaine limite. D'après les ordonnances des 22 et 23 mai 1843 (*V.* le chap. v de la IIIe partie, *Législation des chemins de fer*), il est ordonné à chaque fabricant d'adapter à la partie supérieure de la chaudière deux soupapes de sûreté, aussi éloignées que possible l'une de l'autre, et chargées en raison de la pression sous laquelle se forme la vapeur. La charge peut se faire soit au moyen d'un levier, soit à l'aide de poids ou de ressorts portant directement sur la soupape. La planche Ire représente la forme extérieure de ces deux espèces de chargement des soupapes. Celle d'avant indiquée en F est chargée par un ressort composé de lames d'acier disposées comme pour des ressorts de voitures; elle est enfermée dans une boite et placée, par surcroît de précaution, hors de la portée du mécanicien : on la nomme *soupape de sûreté fixe*. L'autre au contraire, représentée en E, est chargée par le levier *e*, dont la pression est réglée par un ressort à boudin. Elle est à la disposition du mécanicien, qui peut en faire varier la charge à volonté. On la nomme pour cette raison *soupape de sûreté variable*. Le système de soupapes à ressorts offre sur ce dernier l'avantage de charger la soupape d'un poids moins lourd et moins embarrassant.

§ 2.

DES TIROIRS, DES CYLINDRES ET DE LEURS PARTIES ACCESSOIRES.

Maintenant que nous avons examiné les divers appareils qui servent à produire la vapeur et à l'aménager, nous avons à nous occuper de ceux qui ont pour but de la distribuer et de la répartir de manière à accomplir son effet.

Cette opération, on l'a vu au précédent chapitre, se fait au moyen d'un tiroir animé d'un mouvement rectiligne alternatif, glissant sur le fond d'une boite qui surmonte chacun des deux cylindres et est percée de trois ouvertures : celles des deux extrémités indiquées par 1 et 2 dans la *fig.* 41, dites *lumières d'entrée*, et qui sont en communication avec l'intérieur des

cylindres, et celle du milieu, dite *lumière de sortie*, qui n'a pu être indiquée dans notre figure, mais qui est située au-dessus du point où est représenté le piston. Cette dernière ouverture sert de passage à la vapeur qui s'élance dans le tuyau d'échappement.

Du tuyau de distribution. Au sortir de la chaudière, la vapeur entre dans ce tuyau, représenté en V, V' et V" et le traverse avant de se rendre dans le cylindre. Ce tuyau est muni d'un régulateur, espèce de robinet que l'on manœuvre à la main et qui ouvre, ferme ou règle l'ouverture par laquelle entre la vapeur; il prend naissance dans le dôme qui surmonte la chaudière, parcourt une portion plus ou moins longue de la chambre à vapeur et entre dans la boîte à fumée, où il se bifurque en deux branches pour aboutir dans les boîtes à tiroir. Ces deux branches sont recourbées de chaque côté afin d'éviter les orifices des tubes à leur sortie de la chaudière et empêcher par là la détérioration qui résulterait de leur contact direct avec les gaz qui sortent du foyer à une très-haute température.

La prise de vapeur se fait dans le dôme V, placé au-dessus du corps de la chaudière, tantôt à l'arrière de la chaudière, comme dans la *fig*. 41, tantôt à l'avant près de la boîte à fumée, comme à la *fig*. 1. M. Stephenson, dans ses nouvelles machines, établit la prise de vapeur dans l'intérieur même de la boîte à feu; mais cette disposition n'a pas été imitée, et les constructeurs placent, pour la plupart, la prise de vapeur à l'extrémité de la chaudière, là où la moindre activité de l'ébullition permet à la vapeur de s'échapper sans entraîner avec elle une très-grande quantité d'eau, et de manière à n'envoyer dans les cylindres que de la vapeur parfaitement sèche.

Le régulateur ou l'appareil au moyen duquel on règle selon les besoins la dépense de vapeur au moyen de la poignée P est indiqué en V' (*fig*. 41). Il se compose de deux disques superposés, dont l'un est mobile et dépendant de la tige à laquelle est fixée la poignée. Dans les machines à détente variable, M. Stephenson le place ordinairement dans le bas de la boîte à fumée entre les deux cylindres. Par suite de cette disposition, le régulateur se manœuvre facilement et est très-facile à visiter. La communication du mouvement à la tringle principale se fait au moyen d'un levier parallèle à celui du changement de marche.

Des tiroirs. Du tuyau de distribution la vapeur se rend dans un premier récipient, où elle rencontre les tiroirs qui règlent son admission dans le cylindre. Le jeu des tiroirs, on l'a vu, est calculé de façon à ce que la vapeur entre dans le cylindre tantôt en dessus, tantôt en dessous du piston, dans la proportion convenable à l'effet que l'on doit obtenir. Dans toute distribution normale, où les excentriques se trouvent calés d'équerre avec la manivelle, la vapeur, admise dans le cylindre jusqu'à la fin de la course du piston, imprime à celui-ci une dernière impulsion, inutile au mouvement. D'un autre côté, l'échappement de la vapeur ne commençant à s'effectuer qu'à l'instant où le piston revient sur lui-même, et cet échappement ne pouvant être instantané, il se produit derrière le piston et en sens contraire au mouvement une résistance considérable qui dure pendant une grande partie de la course. Un troisième inconvénient résultant de la situation ordinaire des tiroirs consiste en ce que la distribution peut, à cause du jeu des articulations ou de la flexion des tiges, être soumise à des retards qui nuisent au bon emploi de la vapeur.

L'appréciation de ces inconvénients a porté les constructeurs à modifier la distribution de telle sorte, que l'introduction et l'échappement de la vapeur précèdent la fin de la course du piston. Ils y sont parvenus au moyen du calage des excentriques et de la disposition du tiroir, qui permettent d'intercepter l'entrée de la vapeur dans le cylindre en un point donné de la course du piston. La disposition du tiroir et de l'excentrique qui le meut a été calculée de manière à ce que les lumières extrêmes soient découvertes chacune d'une certaine quantité, à l'instant où le piston change de direction et avant qu'il n'ait terminé la course produite par l'impulsion de la vapeur sur sa face d'arrière et réciproquement. C'est cette précession de la vapeur par l'ouverture anticipée des lumières que l'on nomme l'*avance du tiroir*, et qui constitue le premier pas fait dans l'*application de la détente*, dont nous parlerons au § 5.

Les tiroirs, qui sont en cuivre, en fonte ou en bronze, doivent être parfaitement ajustés, afin de pouvoir s'appliquer exactement sur la surface du cylindre sans laisser passage à la vapeur et sans donner trop de frottement. Lorsque toutes les pièces dont ils se composent ont été bien fabriquées, leur propre poids suffit pour opérer la juxtaposition nécessaire. Quant à la

forme des tiroirs et à la disposition de leurs différentes pièces, elles varient suivant les divers systèmes adoptés par les constructeurs; mais elles ne présentent en aucun cas des différences assez sensibles pour qu'il puisse être nécessaire de s'y arrêter.

Des cylindres. Dans les premières locomotives, les cylindres étaient placés verticalement, comme dans les machines fixes, et l'action de leur piston se transmettait à chacune des roues par le moyen d'un balancier et de bielles; quant aux points de réunion des rayons des roues et des deux bielles placées de chaque côté, ils étaient à angles droits l'un de l'autre. Cette disposition, qui était encore appliquée en 1834 aux locomotives du chemin de Lyon à Saint-Etienne, est totalement abandonnée aujourd'hui. On l'a remplacée par celle des cylindres horizontaux, dans lesquels la tige du piston, mise en mouvement, non plus par les ais des roues, mais par l'essieu coudé des grandes roues motrices, communique le mouvement de rotation aux manivelles, en agissant directement sur une bielle.

Les machines locomotives ont deux cylindres dans lesquels les pistons se meuvent sous l'action de la vapeur. Ces cylindres, indépendants l'un de l'autre et placés dans la boîte à fumée afin d'éviter toute déperdition de chaleur, sont en fonte, coulés d'un seul morceau et alésés intérieurement: ils sont fermés à leurs deux extrémités par des couvercles bien mastiqués et boulonnés, afin de ne laisser place à aucune fuite de vapeur. A chacun d'eux est jointe une pompe alimentaire, dont la tige est réunie à celle du piston, de manière à en recevoir le mouvement.

Des pistons. Les pistons qui fonctionnent dans les cylindres moteurs se composent d'un disque cylindrique, armé d'une tige et qui se meut à frottement doux dans un cylindre dont il remplit hermétiquement la largeur. Ils sont toujours en bronze ou autre métal, et quelquefois garnis d'étoupes, afin d'obtenir un contact plus parfait entre leur circonférence et les parois du cylindre.

Les constructeurs donnent à cet appareil différentes formes; la plus usitée est celle du système Stephenson.

Dans ce système, la tige du piston porte à sa partie inférieure un renflement conique percé d'un trou où s'engage une clavette, au moyen de laquelle on fixe cette tige dans le noyau d'un premier disque ou plateau métallique garni de trois pattes, qui,

étant dirigées suivant les rayons du cercle, sont percées de trous dans lesquels s'engagent des vis qui unissent le plateau supérieur à un second disque métallique. Il existe un vide entre ces deux disques : on le remplit par des cercles de métal contre lesquels viennent presser trois ressorts en acier. Ces ressorts, étant unis par des boulons au noyau central du disque supérieur, forcent les cercles à s'appuyer contre la paroi du cylindre, en produisant une juxtaposition parfaite pour empêcher que la vapeur ne passe d'un côté à l'autre du cylindre.— Quant aux autres systèmes de piston, ils ne diffèrent de celui-ci que sur des points peu importants. Le but qu'on se propose dans leur construction est de les rendre parfaits *étanches*, c'est-à-dire de les disposer de telle sorte qu'ils ne puissent donner lieu à aucune fuite de vapeur. De plus ils doivent avoir une grande légèreté, tout en présentant une force suffisante pour résister au service auquel ils sont destinés.

Des excentriques. Nous avons vu que le mouvement de va-et-vient du piston était causé par les distributions de la vapeur en avant et en arrière du piston, distribution qui est elle-même produite par un mouvement de va-et-vient imprimé au tiroir. Ce mouvement est effectué à l'aide de l'appareil nommé excentrique, placé sur l'axe des roues motrices et participant à leur mouvement de rotation. L'excentrique n'a pas le même centre que l'essieu coudé; il est en *z* (*fig.* 41), tandis que celui de l'essieu est en *y*. La distance comprise entre ces deux centres est ce qu'on nomme l'*excentricité*. Le principal problème à résoudre dans la disposition du mécanisme des machines locomotives, c'est de pouvoir diriger leur mouvement en avant et en arrière, à la volonté du conducteur. La disposition des excentriques sert à produire ce mouvement : calés sur l'essieu moteur, ils se terminent par un pied-de-biche qui vient s'enchainer avec un petit balancier, dont l'autre extrémité est articulée avec la tige du tiroir.

La fonte est la matière la plus ordinairement employée dans la confection des excentriques. Ils sont ordinairement d'une seule pièce; leur disque circulaire est évidé, et la jante de ce dernier est entourée d'un anneau dans lequel il peut tourner librement et à frottement doux.

§ 3.

DU TRAIN.

Le train des machines locomotives se compose d'un grand nombre de parties, dont les principales sont le cadre ou châssis, les roues, et les essieux.

Du cadre. Le cadre ou châssis est la partie qui supporte la machine tout entière : il est quelquefois en fer, mais plus généralement en bois, et est formé de deux jumelles et de deux traverses en bon bois de frêne compacte et liant, couvertes en tôle de fer et solidement assemblées à tenons et mortaises. Par l'intermédiaire des ressorts sur lesquels il repose, le cadre transmet le poids de l'appareil aux essieux des roues, de manière à développer l'adhérence nécessaire au mouvement de la machine. Les boîtes à graisse, dans lesquelles tournent les essieux, portent elles-mêmes les ressorts auxquels le cadre est suspendu.

Il y a deux espèces de cadres : les uns se placent à l'extérieur des roues, les autres à l'intérieur. Ces derniers, qui sont les plus économiques, sont employés par Jackson et Stephenson ; les autres par Sharp et Robert et par plusieurs autres constructeurs. Avec les cadres intérieurs, les fusées et les boîtes à graisse sont placées contre les moyeux : l'avantage supposé de cette disposition, c'est d'éloigner le danger de la sortie de la voie, dans le cas de la rupture de l'essieu, la rupture ayant toujours lieu au delà de la fusée et le poids de la chaudière tendant en ce cas à renverser la roue en dedans. Toutefois la question de supériorité entre les deux systèmes est encore à résoudre : si les machines à cadre intérieur présentent moins de danger en cas de rupture de l'essieu, elles ont l'inconvénient grave de laisser peu de place pour loger le mécanisme ; elles contribuent de plus à augmenter la résistance à la traction, par la raison que la fusée, se trouvant dans une partie de l'essieu plus sujette à se rompre, doit recevoir des dimensions plus fortes. C'est à l'expérience qu'il appartient de décider si les machines à cadre intérieur présentent un degré de sécurité suffisant pour compenser tous ces désavantages.

Les cadres intérieurs de Sharp et Robert affectent une forme particulière qui réunit l'élégance à la solidité ; ils sont ondulés

suivant la hauteur de chaque essieu, de telle sorte que toutes les plaques de garde sont de même hauteur et découpées avec le châssis même, disposition qui, indépendamment de son extrême solidité, facilite l'accès du mécanisme de distribution et permet de limiter naturellement le mouvement des boîtes à graisse, lesquelles n'ont plus que le jeu nécessaire à la flexion des ressorts.

Les ressorts, destinés à suspendre le châssis pour reporter le poids de tout l'appareil sur les essieux, ne donnent lieu à aucune observation importante. Nous dirons seulement qu'ils doivent être composés d'un certain nombre de lames du meilleur acier possible. Le nombre de ces lames varie en raison de l'effet à transmettre : les roues motrices étant plus chargées que les roues de devant, et celles-ci plus que celles de derrière, les ressorts de chacune d'elles ont généralement 17, 15 ou 12 lames.

De l'essieu coudé. Nous n'avons rien à ajouter à ce qui a été dit sur les essieux en général : nous ne voulons parler ici que de la nature d'essieu exclusivement employée pour supporter les deux grandes roues motrices des machines locomotives. Cet essieu, représenté en *y* (*fig.* 41), se nomme encore *arbre à manivelle,* parce que ses coudes font fonction de manivelles pour transformer en un mouvement de rotation le mouvement de va-et-vient que la vapeur imprime aux pistons des cylindres. Les manivelles, qui forment les coudes de l'essieu, sont au nombre de deux; elles sont à angles droits, et correspondent à chacun des pistons. Placées perpendiculairement l'une à l'autre, de chaque côté de la machine, elles se composent chacune de deux bras réunis par un collet parallèle à la direction générale de l'essieu, et dont le centre est exactement dans l'axe du piston correspondant. C'est à ce collet qu'est attachée la bielle par laquelle se termine la tige du piston. L'essieu coudé porte encore les excentriques, qui transmettent aux tiroirs le mouvement alternatif qui détermine l'entrée et la sortie de la vapeur dans le cylindre.

La construction des essieux coudés doit donc avoir lieu d'après les conditions de la plus grande solidité, puisqu'ils supportent le poids principal de la machine et qu'ils transmettent seuls tout le travail qui produit la locomotion.

Des roues. Les premières machines locomotives étaient, on le sait, à quatre roues seulement; celles le plus généralement

employées aujourd'hui ont six roues, quelques-unes en ont huit. L'adjonction de deux roues aux anciennes machines fut déterminée par la nécessité d'en faire porter le poids sur un plus grand nombre de points, de manière à ménager davantage les rails. Dans les machines à quatre roues, l'arbre coudé se trouve chargé de plus de moitié du poids, et une partie notable de la machine, qui est placée en arrière de cet essieu, porte entièrement à faux; de plus elles sont soumises, par l'action des pistons et des manivelles, à un mouvement d'oscillation verticale qui les fait galoper. M. Stephenson, en plaçant à l'arrière une troisième paire de roues, a eu pour but de faire disparaître la plupart de ces inconvénients et d'augmenter la puissance de ses locomotives, sans trop surcharger l'essieu coudé et sans fatiguer aussi fortement la voie.

Les locomotives à quatre roues sont interdites en France depuis l'événement du 8 mai 1842, occasionné, comme on sait, par la rupture de l'essieu. Cette condamnation des machines à quatre roues a excité de nombreuses réclamations, fondées sur ce que l'opinion d'un grand nombre d'ingénieurs de haut mérite est favorable à leur adoption.

Une controverse, à laquelle ont pris part les ingénieurs les plus expérimentés, s'est élevée à ce sujet dans le *Railway-Times*. Il en est résulté que les machines à six roues présentent les mêmes chances d'accidents que celles à quatre roues, à savoir la rupture de l'essieu. Lorsque cet accident arrive, la tête de la locomotive plonge inévitablement en terre, quel que soit le nombre de roues, et les suites en sont tout aussi graves avec l'un qu'avec l'autre système. L'enquête qui a eu lieu devant le parlement, dans le but de déterminer les précautions à prendre pour éviter les accidents sur les chemins de fer, a abouti aux mêmes résultats.

Il semble donc résulter de ces faits que la condamnation des machines à quatre roues, prononcée, sous l'impression du moment, par les ingénieurs chargés du service des machines à vapeur du département de la Seine, a préjugé trop légèrement une des questions les plus graves qui se rapportent aux chemins de fer. Tel du moins est l'avis de la plupart des ingénieurs anglais et français, et en particulier de M. Perdonnet, qui a publié à ce sujet un mémoire très-remarquable lu à l'académie des sciences dans la séance du 16 mai.

Nous terminerons ici ce que nous avions à dire sur la construction des machines locomotives et des parties principales dont elles se composent. Quant à leur prix, il en sera traité au chapitre suivant, concernant les frais d'établissement des chemins de fer et de leur matériel.

La construction des machines locomotives est pour la France une industrie toute nouvelle qui ne tarderait pas à atteindre un haut degré de prospérité sans le prix élevé du fer en ce pays et les droits énormes qui pèsent sur l'introduction des fers étrangers. C'est encore là un des mille inconvénients du système prohibitif (1) qui nous régit, au grand détriment de notre industrie et de notre commerce, qui périclite de plus en plus.

La différence de prix des fers français et des fers étrangers variant du simple au double, il en résulte pour le prix de revient des machines une différence proportionnelle. De là la nécessité de protéger cette industrie au moyen de droits qui empêchent l'introduction des machines étrangères. Nos fabricants seraient en état de lutter avantageusement, sans le tribut élevé qu'ils sont forcés de payer aux marchands de fer et aux grands propriétaires de nos forêts. Le droit perçu à l'entrée des machines étrangères est fixé, par l'ordonnance du 3 septembre 1844, à 65 fr. par 100 kilogrammes. Antérieurement ce droit était de beaucoup moins élevé, et il se percevait sur la valeur au lieu du poids.

§ 4.

DU CAHIER DES CHARGES POUR LA CONSTRUCTION DES MACHINES LOCOMOTIVES.

Les conditions imposées par le gouvernement aux fabricants

(1) Deux causes principales contribuent au maintien de ce système : la cupidité de quelques producteurs nationaux, qui colorent leur intérêt du nom d'intérêt public, et la simplicité des consommateurs, lesquels qualifient de *patriotisme* le mauvais calcul de payer plus cher chez soi ce qu'on se procurerait à meilleur marché au dehors. Nous reviendrons plus loin sur ce système, dont les conséquences, sur les frais d'établissement des chemins de fer, portant sur le pays entier, sont des plus désastreuses.

des machines locomotives dans les adjudications se composent de 21 articles, qui ont pour objet de déterminer le système de la machine, sa puissance, et les dimensions de ses différentes parties, ainsi que les conditions exigées comme devant satisfaire à une bonne et solide construction. Nous ne pouvons mieux terminer cette partie qu'en rapportant le texte des principaux articles déterminant ces conditions.

« Art. 1er. *Système général de la machine.* — Les machines seront, dans leurs formes, la disposition des chaudières, les conditions de vitesse et de dépense du combustible, et en général dans l'ensemble du mécanisme, analogues aux machines les plus récentes de M. Stephenson, et dites à cylindres extérieurs.

» La transmission du mouvement des excentriques aux tiroirs se fera d'une manière directe, comme dans les dernières machines fournies par ce constructeur au chemin de fer de Paris à Orléans.

» Les machines devront, en outre, être munies d'un mécanisme particulier pour fermer à volonté l'introduction de la vapeur et travailler avec expansion variable. Les limites de course du piston, entre lesquelles les variations pourront s'opérer, seront réglées par l'administration sur la proposition du fabricant.

» Art. 2. Dans les quinze jours qui suivront l'adjudication, le fabricant sera tenu de communiquer à l'administration les plans généraux et les détails d'exécution des machines qu'il sera chargé de fournir.

» Ces plans lui seront remis visés par l'administration, avec les modifications qu'elle aura jugé utile de prescrire.

» Art. 3. *Cylindres.* — Les cylindres auront au moins trente-six centimètres ($0^m,36$) de diamètre et cinquante-six centimètres ($0^m,56$) de course de piston. Ils seront placés extérieurement au corps de la chaudière et de la boite à feu.

» Art. 4. *Roues.* — La machine sera portée sur six roues.

» Les roues motrices auront au moins un mètre soixante-huit centimètres ($1^m,68$) de diamètre et au plus un mètre soixante-dix ($1^m,70$). Les roues d'avant et d'arrière auront au moins un mètre six centimètres ($1^m,06$) et au plus un mètre dix centimètres ($1^m,10$) de diamètre. Elles seront entièrement en fer forgé, à l'exception du moyeu, qui sera en fonte.

» La jante des roues sera formée d'un seul cercle en fer forgé, ayant une épaisseur de quarante millimètres (0^m,040) au minimum. La largeur sera au moins de treize centimètres (0^m,13) : la jante sera tournée avec le plus grand soin, sur une inclinaison d'un vingtième (1/20). Le cercle qui forme la jante sera en outre alésé intérieurement et mis à chaud sur la roue.

» Les six roues porteront un rebord saillant de trois centimètres un quart (0^m,0325); la coupe du boudin sera conforme au profil qui sera remis au fabricant par les soins de l'administration.

» Art. 5. *Essieux.* — Les essieux seront en fer, fabriqué au charbon de bois, corroyé et martelé avec le plus grand soin; ils seront tournés sur toute leur longueur; mais la plus grande épaisseur, enlevée au tour, ne devra pas excéder trois millimètres (0^m,003).

» Les trois essieux droits, qui supportent la machine, auront au moins cent vingt millimètres (0^m,120) au milieu, et cent cinquante millimètres (0^m,150) aux collets, c'est-à-dire aux parties qui s'engagent dans les moyeux des roues.

» Les raccordements des différents diamètres se feront graduellement, sans changement brusque, et sans présenter aucun angle vif.

» Le calage des essieux se fera contre un épaulement d'un à deux millimètres (0^m,001 à 0^m,002) au plus de saillie; les collets seront tournés sur un diamètre un peu supérieur au diamètre intérieur du moyeu, de manière que l'assemblage se fasse à frottement dur.

» Les fusées des essieux auront quatre-vingt-deux millimètres (0^m,082) de diamètre; elles seront arrondies sur les angles.

» La longueur des essieux sera celle qui convient à une voie d'un mètre quarante-quatre centimètres (1^m,44) de largeur entre les rails.

» Art. 6. *Chaudière.* — La partie cylindrique de la chaudière aura au moins trois mètres soixante centimètres de longueur (3^m,60), et un mètre deux centimètres (1^m,02) de diamètre.

» Elle contiendra au moins cent vingt et un (121) tubes en laiton étiré, parfaitement cylindriques, de quatre centimètres (0^m,04) au moins et de cinq centimètres (0^m,05) au plus de diamètre intérieur.

» Les deux faces planes, qui reçoivent les extrémités des tubes, seront reliées invariablement par des tirants en fer ou en cuivre rouge.

» Le tuyau qui conduit la vapeur aux cylindres et celui qui la reçoit à la sortie de ces cylindres seront tous deux en laiton.

» Les tuyaux pour la communication de la chaudière et du tender seront en laiton et munis de leurs articulations à genoux.

» Les tubes, ainsi que les faces planes dans lesquelles ils seront ajustés, seront mandrinés.

» Art. 7. *Boîte à feu.* — La boîte à feu sera tout entière en cuivre rouge de première qualité, ayant au moins onze millimètres deux dixièmes de millimètre d'épaisseur (0^m,0112) dans les parties les plus minces; la face qui reçoit les tubes devant avoir vingt-quatre millimètres d'épaisseur (0^m,024).

» Art. 8. *Conditions de sûreté.* — Chaque machine devra être pourvue d'un thermo-manomètre, d'un tube indicateur, de robinets-jauge, de deux soupapes de sûreté et d'une rondelle fusible; la chaudière devra avoir l'épaisseur de tôle voulue par les règlements; elle devra porter le timbre poinçonné qui constate qu'elle a subi l'épreuve de pression; enfin elle devra satisfaire à toutes les conditions de sûreté déjà prescrites, ou qui, avant la livraison, viendraient à être légalement prescrites pour les machines à vapeur de cette sorte.

» Art. 9. *Cheminée.* — La cheminée n'aura pas plus de quatre mètres dix centimètres (4^m,10) au-dessus de la surface des rails.

» Elle sera munie d'un appareil pour faire varier à volonté la section du tuyau d'échappement.

» Elle devra être également munie d'un appareil propre à la projection des flammèches.

» Art. 10. *Pièces diverses et pièces de rechange.* — La machine sera munie de toutes les pièces de mécanisme et de tous les accessoires nécessaires pour la mettre en bon état de service, tels que tiroirs excentriques, leviers pour changement de direction, siphons à huile, niveau d'eau avec robinet, ressort de choc et de traction, chasse-pierres, heurtoirs, cendrier, ressorts de suspension conformes aux plus récents perfectionnements, pompes alimentaires et tuyaux de liaison de la machine au

tender, sifflet à vapeur, revêtement en bois d'acajou verni, garnitures en cuivre poli pour les soupapes, le trou d'homme et les angles de la boîte à feu, tablette portant le nom de la machine, approvisionnement de clefs en fer assorties pour tourner les écrous et toutes les vis de la machine, etc.

» Le cendrier aura une ouverture unique que l'on pourra faire varier à l'aide d'un mécanisme à la disposition du mécanicien.

» La distance entre les centres des heurtoirs et leur hauteur au-dessus des rails seront déterminées par l'administration sur le vu des plans à fournir par le fabricant.

» Le fabricant fournira les pièces de rechange suivantes :

» 1° Cinq essieux droits ;

» 2° Trois paires de roues motrices, ajustées et clavetées sur leur essieu ;

» 3° Cinq paires de petites roues montées sur leurs essieux ;

» 4° Deux paires de bielles avec quatre coussinets, en sus de ceux qui seront adaptés à ces bielles ;

» 5° Trois paires de pistons avec tringles ;

» 6° Deux cents tubes à air chaud, en cuivre, soudés et mandrinés ;

» 7° Trois cents viroles en acier, dont deux cents pour la boîte à feu, et cent pour la boîte à fumée.

» Ces pièces de rechange seront exactement semblables aux pièces analogues des locomotives auxquelles elles sont destinées.

» ART. 11. *Puissance de la machine.* — La machine sera d'une puissance suffisante pour monter par un temps calme, sur une rampe de trois millimètres ($0^m,003$) par mètre, un train de voitures ou wagons ayant un poids brut de soixante tonnes de mille kilogrammes, avec une vitesse de 40 kilomètres à l'heure; l'adhérence des roues motrices sur les rails étant supposée égale au dixième du poids qui les charge et la pression effectuée dans la chaudière n'excédant pas trois kilogrammes et demi (3 kilogr. 50) par centimètre carré.

» ART. 12. *Uniformité d'exécution.* — Toutes les parties de machines à exécuter conformément au marché seront faites exactement sur le même modèle et les mêmes dimensions, de telle sorte, que toutes les pièces destinées à une machine puissent s'adapter avec précision à l'une quelconque des autres.

» Art. 13. *Modifications éventuelles.* — Tous les détails de l'organisation du mecanisme seront établis d'après les perfectionnements les plus récents.

» En cours d'exécution, l'administration aura le droit de réclamer l'introduction, dans le système général ou dans les détails de la construction des machines, de tel perfectionnement ou modification utile qui pourrait être reconnu ou inventé.

» Dans ce cas, le fabricant serait obligé de faire droit à cette demande, sauf règlement, s'il y a lieu, de la différence de prix.

» Art. 14. *Conditions de la bonne exécution.* — Tous les matériaux employés à la construction seront de la meilleure qualité et du premier choix. L'exécution devra être égale, sous tous les rapports, à celle des machines provenant des ateliers les mieux organisés d'Angleterre.

» L'administration pourra, pour s'assurer de la qualité des matériaux et de la bonne exécution des machines, procéder à toutes les épreuves qui lui paraîtront nécessaires, et les frais auxquels ces épreuves donneront lieu seront à la charge du fabricant.

» En ce qui touche les essieux spécialement, il devra être ménagé à leurs extrémités un bouton métallique dont la cassure servira à faire apprécier la qualité du métal ; dans le cas où le grain du fer, ou la modicité de l'effort nécessaire pour la rupture, ferait douter de la qualité de l'essieu, cet essieu serait rejeté, et le fabricant serait tenu de le remplacer sans aucune augmentation de prix.

» Art. 15. *Réception des machines.* — Les machines seront livrées, sur la ligne des chemins de fer, montées et prêtes à marcher ; les épreuves nécessaires pour vérifier la puissance définie à l'art. 11 et les conditions de bonne exécution seront faites sur la ligne même du chemin de fer, ou sur toute autre ligne voisine qui serait, pour cet usage, à la disposition de l'administration, aux frais et par les soins du fabricant, et en présence des ingénieurs chargés de la réception.

» Art. 16. *Garantie du fabricant.* — Indépendamment de ces essais, le fabricant restera garant de ses machines pendant les six mille premiers kilomètres qu'elles seront en service.

» Pendant ce délai de garantie, toute disposition du mécanisme qui serait reconnue vicieuse, ou insuffisante, sera changée, et toute pièce qui viendrait à se rompre ou à s'altérer, par

défaut de qualité de la matière, ou par vice de disposition, sera remplacée; le tout aux frais du fabricant, que ces changements ou remplacements aient lieu ou non par ses soins.

» Art. 17. *Epoque de la livraison.* — Les machines seront livrées sur la ligne du chemin de fer : la première, cinq mois après la conclusion du marché ; la seconde et la troisième, un mois plus tard, et les suivantes, à raison de trois machines par mois, jusqu'à l'entière réalisation du marché.

» Faute par le fabricant d'avoir effectué les livraisons aux époques prescrites ci-dessus, il lui sera retenu, lors du règlement de son compte, à titre d'indemnité, pour chaque machine en retard, *quarante* francs *par chaque jour* de retard pour le premier mois : au delà d'un mois, *soixante* francs par chaque jour de retard jusqu'à deux mois ; et au delà de deux mois, *quatre-vingts* francs par chaque jour de retard, et ce, *indépendamment de la résiliation du marché* et de l'adjudication à folle enchère qui pourront être prononcées.

» Art. 18. Chaque machine sera accompagnée de son tender. Les tenders seront exécutés conformément au dessin qui sera remis au fabricant ; ils devront porter une caisse à eau d'au moins quatre mètres cubes ($4^{m},00$) de capacité, avec filtre et couvercle en cuivre rouge.

» L'attelage des tenders aux machines s'opérera au moyen d'un ressort dont on pourra faire varier la tension à volonté. »

Quant aux autres articles, ils n'ont rapport qu'au mode de payement, de livraison, etc.

La disposition de ce cahier des charges a soulevé quelques contestations relativement à différents points de détail ; mais, la plupart ne portant que sur le mode de l'adjudication et non sur les conditions exigées pour le système, la puissance et la construction proprement dite, nous n'avons point à nous en occuper ici.

Il nous reste à traiter des différents systèmes de perfectionnements récemment introduits dans le mécanisme des machines locomotives.

§ 5.

DES PERFECTIONNEMENTS INTRODUITS DANS LA CONSTRUCTION DES MACHINES LOCOMOTIVES.

L'art de la construction des machines locomotives a eu à sur-

monter un grand nombre de difficultés, dont nous avons essayé de donner une idée dans l'historique de ses développements. Après avoir appliqué aux besoins de la locomotion le principe du mouvement et développé celui de la vitesse, après avoir, en un mot, créé la locomotive, il fallait arriver à en généraliser l'usage en le rendant plus facile et moins coûteux. Il fallait pour cela fortifier tout le système des machines, sans augmenter trop considérablement leur poids, et résoudre le problème essentiel de la construction de machines à la fois légères et puissantes, problème qui a exigé tout un demi-siècle de longs et persévérants travaux.

Une fois ces résultats obtenus, il s'est présenté plusieurs questions, secondaires en apparence, mais de la solution desquelles dépendait sans contredit tout l'avenir économique des chemins de fer : il fallait, 1° trouver les moyens de diminuer une consommation de combustible, qui allait croissant d'année en année et qui devenait de plus en plus onéreuse pour les railways éloignés des gîtes houillers, et 2° construire des locomotives qui rendissent possible l'établissement des chemins de fer dans les localités que la nature tourmentée du terrain semblait devoir priver à jamais de ce bienfait. L'application de la détente de la vapeur aux locomotives et l'invention des grandes locomotives américaines à huit roues sont les moyens par lesquels il est aujourd'hui possible d'atteindre ce double résultat.

La réduction de la consommation du combustible a été obtenue par l'application aux machines locomotives de la *détente*, uniquement employée jusque-là aux machines à vapeur fixes.

De la détente. La vapeur, après avoir agi dans les cylindres, conserve encore presque toute sa force au moment où elle s'échappe pour se réunir à l'air extérieur : cette force est donc perdue. Il y a plus : bien que la vapeur trouve en ce moment ouverte devant elle l'issue par laquelle elle doit s'échapper, elle n'en forme pas moins obstacle à la marche de la machine en réagissant sur le piston, car on sait que la pression des fluides élastiques se fait sentir également dans tous les sens. L'application de la détente a pour but de remédier à ce double inconvénient. — Voici en quoi elle consiste. Dès que le piston commence sa course, la vapeur s'introduit dans le cylindre librement et à pleine pression ; mais on arrête brusquement

l'introduction de cette vapeur quand le piston a accompli une portion déterminée de sa course. Malgré cela, le piston continue à marcher, tant à cause de l'impulsion acquise que par l'effet de la vapeur déjà introduite, laquelle le pousse en occupant un espace de plus en plus grand, c'est-à-dire en se *détendant*. Lorsque le piston est parvenu à la fin de sa course, la vapeur est arrivée à son minimum de pression ; elle s'échappe alors sans nuire autant que précédemment à la marche de la machine. La découverte de cette faculté d'*expansion* que possède la vapeur a été importante pour la science comme pour l'industrie : pour la science, en ce qu'elle précisait un fait jusque-là inconnu; pour l'industrie, à qui elle donnait le moyen d'économiser une grande quantité de vapeur, partant de combustible. C'est aux divers systèmes de tirer parti de cette vertu élastique de la vapeur à laquelle on a donné le nom de *détente*.

On dit que la détente est *à moitié*, *au tiers*, *au quart*, *au cinquième*, etc., suivant que l'introduction de la vapeur cesse d'avoir lieu à la moitié, au tiers, au quart ou au cinquième de la course. La détente est *fixe* ou *variable* : elle est fixe lorsque l'on arrête toujours la vapeur au même point de la course du piston, ou bien lorsqu'on fait détendre ce fluide d'un premier cylindre dans un second cylindre plus grand; elle est variable lorsque le mécanicien peut, sans arrêter la machine, faire intercepter la vapeur au quart, au tiers, à la moitié, ou à toute autre proportion de la course du piston, en réglant la dépense sur les besoins du travail. Quelquefois la détente variable n'est pas commandée par la main du conducteur, mais par la machine elle-même, au moyen de son modérateur à force centrifuge.

Aujourd'hui que la détente, soit fixe, soit variable, devient d'un usage général dans les locomotives, on est parvenu à donner à ces machines une force inouïe, sans augmenter la consommation de combustible, à tel point que des locomotives à détente d'une force de 150 chevaux de vapeur consomment moins de combustible que celles que l'on construisait il y a quelques années et dont la force ne dépassait pas 30 chevaux. On sait que 150 chevaux de vapeur valent 300 chevaux ordinaires, sans compter qu'à la rigueur une locomotive peut travailler vingt-quatre heures par jour, et au bout de huit heures de travail la force du cheval est à peu près épuisée. De sorte qu'une de ces locomotives à détente dont nous parlons peut faire

une besogne quotidienne qui réclamerait le constant entretien à l'écurie d'environ 900 chevaux (1).

Cet avantage considérable n'est pas le seul qui ait été obtenu par l'application de la détente aux machines locomotives ; il arrive constamment dans l'exploitation d'un chemin de fer que l'on a à faire traîner successivement et par la même machine des convois lourds et des convois légers. Il en résulte que la force de la machine, entièrement utilisée pour le remorquage des premiers, ne se trouve absorbée qu'en partie pour la conduite des seconds, de sorte que, dans ce cas, l'excédant de puissance développé l'a été sans profit ; l'application de la détente fait disparaître cette source considérable de dépenses. — Il arrive aussi fréquemment que dans le parcours de certaines portions du chemin, les locomotives ont à gravir de fortes pentes qui exigent que la vapeur agisse à pleine pression et sans détente pendant toute la course du piston, tandis que dans d'autres parties elle rencontre des paliers horizontaux ou des pentes peu considérables qui n'en exigeaient pas moins l'emploi d'une force tout aussi considérable que dans le premier cas.

Les locomotives à détente et à expansion variable, en procurant à volonté un accroissement progressif de puissance, ou une diminution de force, lèvent donc toutes les difficultés qui pouvaient encore exister sur l'introduction des fortes pentes dans l'établissement des chemins de fer. La consommation de combustible n'étant plus proportionnée qu'à la quantité de vapeur utilement dépensée, il est devenu possible d'employer des machines puissantes dont on ménage la force pour le passage des rampes et qui ne dépensent guère plus de combustible que les machines les plus faibles marchant à pleine vapeur.

En résumé l'application de la détente a pour effet :

1° De proportionner la force, et conséquemment la dépense des machines, au travail qu'elles ont à exécuter.

2° De diminuer la consommation inutile de vapeur, et par conséquent aussi celle du combustible.

(1) Il est vrai que, dans cette dernière circonstance, la charge étant moindre, la vitesse pourrait être augmentée ; mais, comme elle est limitée par des règlements d'administration et des considérations techniques, il s'ensuit que, en réalité, il n'y a pas compensation.

3° De diminuer le tirage inutile et par suite la détérioration du foyer, des barres des grils, des tubes bouilleurs, de la boite à fumée, etc.

C'est à Watt que l'on doit la première idée d'interrompre l'admission de la vapeur pendant la course du piston. Ses élèves et lui se réservèrent longtemps le secret de ce système, qui n'a été appliqué qu'en 1815 aux machines à vapeur fixes. Ce n'est que récemment que les constructeurs du continent ont enfin appris que c'était à la manière de régler les tiroirs de distribution de la vapeur qu'était due la supériorité des machines anglaises.—A peine la vertu expansive de la vapeur et les avantages qu'on pouvait en retirer furent-ils connus et publiés, que tous nos constructeurs se mirent à l'œuvre pour trouver un appareil qui pût utiliser pour les locomotives cette nouvelle propriété de la vapeur. M. Cabry, ingénieur belge, est le premier qui ait atteint le but. Dès la fin de 1841, son système fut appliqué à toutes les locomotives fonctionnant sur la ligne de Bruxelles à Liége, en attendant qu'il pût l'être, d'une manière générale, à toutes les locomotives de l'Etat. Cette invention a eu pour résultat immédiat de réduire à 141 grammes par kilomètre de parcours et par tonne la consommation de combustible, qui atteignait auparavant 630 grammes et plus.

Perfectionnements de la détente. Quelque étonnants que soient ces résultats, tout annonce qu'ils seront encore dépassés par suite de la modification apportée par M. Clapeyron aux recouvrements des tiroirs. Suivant le rapport de M. Lamé, lu à l'académie des sciences dans la séance du 19 février 1844, cette modification aura pour effet d'augmenter encore de 40 à 45 pour cent l'effet utile des locomotives, sans augmenter en rien la consommation de combustible (1).

(1) Cet ingénieur, ayant appliqué son système de tiroirs à plusieurs machines du chemin de fer de Versailles, a mis le public à même d'en apprécier l'importance. Avant cette modification, les plus fortes locomotives de cette ligne, marchant à pleine vapeur, ne pouvaient franchir qu'avec un convoi de huit wagons la rampe de 5 millièmes qui existe à l'entrée de Versailles. Aujourd'hui les mêmes machines, sans consommer une plus grande quantité de vapeur, conservent sur cette longue pente une vitesse de 10 lieues à l'heure, en tête d'un convoi de

Locomotives américaines a huit roues. Les premières machines locomotives employées aux Etats-Unis étaient d'origine anglaise et construites dans le système Stephenson. Mais, par la forme compliquée de leurs diverses parties, par le nombre considérable de pièces mécaniques et leur facilité à se déranger, elles se trouvèrent pour la plupart dans l'impossibilité de fonctionner sur les railways américains, qui, comme on sait, sont construits avec une grande économie et présentent des rampes d'une grande inclinaison et des courbes à petit rayon. A chaque courbe que rencontraient ces locomotives, le rebord de leurs roues montait sur le rail et le train sortait de la voie. On ne se préservait de cet accident qu'en traversant les courbes avec une faible vitesse. Quant aux pentes, elles nécessitaient à chaque instant l'adjonction d'une ou de deux locomotives de renfort, ce qui donnait lieu à des accroissements considérables dans les frais d'exploitation.

Cet état de choses, qui menaçait d'enlever au pays tous les avantages qui ressortent du transport par la vapeur, l'économie et la vitesse, fixa l'attention des ingénieurs américains. L'un d'eux, M. *David Matthews*, imagina un avant-train, qu'il adapta aux machines et dont le résultat était de rendre le parcours des courbes aussi facile que celui des autres parties du chemin. M. *Baldwin* imagina diverses modifications tendant principalement à simplifier le mécanisme; enfin M. *Norris*, constructeur de machines à Philadelphie, mettant à profit les combinaisons de ses prédécesseurs, construisit en 1836 une puissante locomotive à huit roues, à l'aide de laquelle il réussit à franchir le plan incliné de Columbia, près de Philadelphie, dont la pente et l'étendue sont considérables. C'est à ce dernier constructeur que l'on doit principalement la puissance des locomotives américaines actuelles, dont nous donnerons une courte description.

On sait que dans les locomotives ordinaires, comme dans toutes les voitures de chemins de fer, les roues non-seulement

12 wagons, représentant un poids de 75 tonnes. L'esprit s'étonne et peut à peine concevoir qu'une si légère modification introduite dans le tiroir, appareil qui occupe lui-même une si petite place dans l'ensemble d'une locomotive, puisse opérer de tels résultats.

sont fixes sur les essieux, à l'inverse de ce qui se pratique pour tous les véhicules des autres chemins, mais encore les essieux qui portent les roues sont rigoureusement parallèles. La conséquence de cette disposition, c'est que la marche rectiligne est le seul mouvement naturel : de là l'obligation pour les ingénieurs de se rapprocher autant que possible de la ligne droite dans leurs tracés; de là résultent pour les pays accidentés d'énormes dépenses et la nécessité de combler les vallées et de trancher les montagnes, ou de les percer par des souterrains. Nous avons vu (1) quels ont été les efforts de divers ingénieurs pour faire disparaître le parallélisme des essieux. Le système suivi aujourd'hui par les Américains dans la construction de leurs locomotives a pour objet de limiter entre des bornes très-resserrées l'influence de ce parallélisme, qu'on ne laisse subsister que pour des essieux fort rapprochés. A cet effet, l'avant-train des machines est rendu mobile, et les roues, d'un petit diamètre, sont très-rapprochées les unes des autres; les essieux ne sont éloignés que de $1^{m},20$, quelquefois moins, et ils sont fixés à un même train de manière à rester parallèles. Quant aux deux derniers essieux, ceux des roues de derrière, ils font partie d'un second train, qui n'est uni au train de devant que par une cheville ouvrière pivotant dans une crapaudine. Dès lors ces essieux peuvent, dans chaque courbe, prendre, par rapport aux premiers, une direction oblique convergeant vers le centre de la courbe. Ce système, si efficace pour empêcher la machine de sortir de la voie, a aussi été appliqué aux voitures, et l'on a remplacé chacune des paires de roues employées ordinairement par un pareil train de quatre petites roues à essieux très-rapprochés.

Les cylindres de la machine sont placés extérieurement de chaque côté de la boîte à fumée et inclinés par le bas vers le centre de l'arbre coudé, lequel est placé en avant de la boîte à feu. L'excentrique et le levier de renversement de la distribution sont placés sous la plate-forme du mécanicien, de telle sorte que celui-ci puisse voir à l'instant s'ils sont en bon état de marche et y remédier de suite en cas d'accident.

L'opération de la marche en arrière se fait, comme pour les

(1) 1re part., chap. IV. *Des courbes.*

locomotives ordinaires, en poussant en arrière la poignée ou mannette de renversement. L'étendue considérable donnée à la longueur de la chaudière permet de donner à la bielle une dimension beaucoup plus grande (1), disposition qui a pour effet de diminuer le frottement sur les guides du piston, et qui permet de changer la position des roues motrices et de les placer de telle sorte, qu'elles supportent la plus grande partie possible du poids de la machine.

Quant aux changements qui ont été introduits dans les différentes parties du mécanisme intérieur, ils ne portent que sur des parties de détail. Ainsi la chaudière est restée la même, sauf le nombre de tubes qui a été augmenté. La hauteur de la cheminée a été réduite d'environ 10 centimètres et la force du tirage augmentée, par suite du changement de place du tuyau d'échappement, qui a été placé à 13 millimètres seulement au-dessus du sommet de la boite à fumée. Les distributions sont les mêmes que dans les machines anglaises, seulement la sortie de vapeur est plus grande. La seule innovation importante est celle qui a été introduite par deux ingénieurs de Philadelphie, et dont les dispositions ont pour résultat de simplifier considérablement le mécanisme employé jusqu'ici à produire cet effet.

Avantages et inconvénients des locomotives américaines. On a reproché à ce système de locomotives divers inconvénients. Les principaux portaient sur l'augmentation de combustible, qui était la conséquence de l'augmentation de puissance donnée à ces machines; mais cette objection, devenue beaucoup moins fondée depuis l'invention de l'appareil à détente et à expansion variable, le deviendra moins encore dès que l'on aura trouvé, ce qui n'est pas douteux, les moyens de réduire davantage cette consommation. Une autre objection subsiste dans toute sa force : c'est le petit diamètre des quatres roues qui composent le train de devant et qui donne lieu à une certaine augmentation de frottement et à une usure plus rapide; mais cet inconvénient, qui nous semble de nature à être surmonté au moyen de quelques améliorations partielles, telles, par exemple, que l'aug-

(1) La longueur des bielles, qui, dans les locomotives ordinaires, varie entre $0^m,40$ et $1^m,66$ est portée, dans les locomotives américaines, à $2^m,483$ et plus.



mentation du diamètre des roues motrices, ce qui permettrait d'augmenter aussi celui des roues de l'avant-train, ne peut balancer les avantages nombreux résultant de l'emploi de ce système, avantages de force et d'économie réelle que l'on ne peut guère contester.

Plusieurs ateliers de construction pour les locomotives américaines ont été établis en Angleterre depuis peu d'années : on a fait subir à ces machines quelques changements, qui consistent principalement dans la suppression du tender, dans la nouvelle place qu'on a donnée au réservoir de l'eau et à la soute au coke, lesquels ont été placés sur la chaudière de la machine. On s'est aussi servi du trop-plein de la vapeur pour échauffer l'eau. Ces modifications ont eu pour effet d'augmenter l'efficacité de ces machines et de diminuer sensiblement leur consommation de combustible.

Tels sont, en résumé, les perfectionnements apportés dans la construction de nos machines locomotives. Quand on en considère l'ensemble et les beaux résultats que l'on en obtient, et qu'on se dit que ces perfectionnements sont l'œuvre d'une industrie qui ne compte encore que peu d'années d'existence; quand aussi l'on compare l'informe machine de Trevithick et Vivian à celle qui a remporté le prix au grand concours de Liverpool, et cette dernière, dont la puissance était si limitée, aux formidables machines qui parcourent aujourd'hui nos chemins de fer, on reste frappé d'étonnement, et l'on se demande quels seront donc les derniers prodiges que réaliseront les perfectionnements futurs de cette jeune industrie.

Si, d'un autre côté, nous reportons nos regards sur l'état actuel de la construction des chemins de fer, nous serons frappés de résultats semblables, bien moins brillants sans doute, mais qui cependant n'en sont pas moins réels. On a vu les combinaisons nouvelles qui déjà ont été essayées et les différents systèmes qui se trouvent aujourd'hui en présence. Plusieurs d'entre eux sont basés sur une théorie qui s'appuie elle-même sur les principes certains de la science : un grand avenir semble donc leur être réservé, dès qu'on aura trouvé les moyens de les utiliser d'une manière usuelle et économique.

Mais, pour déterminer l'accomplissement rapide de ces perfectionnements, il faut qu'une judicieuse sollicitude et une protection éclairée encouragent les efforts de nos constructeurs. Il



ne faut pas, comme pour la chaudière tubulaire de M. Seguin et l'appareil à hélice de M. Sauvage, que toutes les inventions nationales ne se trouvent appliquées en France qu'après qu'elles ont été revêtues du cachet anglais, et qu'un constructeur de cette nation a pu y introduire quelques modifications secondaires qui, aux yeux de beaucoup de personnes, le font passer pour le véritable inventeur.

Malheureusement on sait combien est général ce système d'*anglomanie* qui porte nos hommes d'Etat à ne priser que ce qui arrive d'outre-Manche et combien est longue la liste des inventions françaises dont le pays s'est laissé ravir l'honneur et le profit par l'incurie et le dédain de ceux qui pouvaient lui en assurer les avantages. Parlerons-nous de l'invention des machines à filer le lin, dont nous avons repoussé l'illustre inventeur Gérard, pour ne la recevoir de l'Angleterre que vingt-cinq années plus tard et après des pertes incalculables; de l'invention de l'éclairage au gaz, qui nous est revenue d'Angleterre plusieurs années après la mort de Philippe Lebon, vivement affecté de l'indifférence de ses compatriotes; de l'invention de la machine à poulies, qui, accueillie en Angleterre, a rendu Anglais notre grand ingénieur Brunel. *Si la France est assez riche pour payer sa gloire militaire,* elle doit l'être de même pour indemniser ceux de ses enfants qui travaillent à accroître sa grandeur et sa richesse. Que nos gouvernants acceptent donc la noble tâche de protéger l'industrie; qu'ils en stimulent les perfectionnements; qu'une législation sage et bienveillante, établie par eux, favorise toute innovation basée sur les principes de la science, et ils trouveront leur juste récompense dans la pensée qu'ils auront puissamment contribué à l'accroissement de la prospérité des peuples.

TROISIÈME PARTIE.

DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER.

Lorsque la construction d'un chemin de fer est terminée et que l'état du matériel permet d'y organiser régulièrement le service des transports, on dit de ce chemin qu'il est en état d'exploitation.

Après l'examen de la construction des chemins de fer et des véhicules qui les parcourent, arrive donc l'appréciation des dépenses de leur établissement, de leur entretien et des transports de toute espèce que l'on y opère, la détermination du meilleur système à adopter pour leur exécution et pour leur exploitation, la détermination des droits ou tarifs qui peuvent y être perçus, et enfin l'examen de la législation qui les régit.

Un fait général, celui de l'intervention du gouvernement dans l'exécution des grands travaux publics, domine particulièrement la question de l'exploitation des chemins de fer. Est-il convenable que le gouvernement se mêle des affaires de l'industrie, qu'il en prenne la haute direction, qu'il devienne *producteur*, pour tout dire en un mot? ou bien son rôle doit-il se borner exclusivement à administrer et à défendre la société, à veiller à ce que tous les membres de la nation puissent développer leurs facultés et exercer librement leur industrie? Telle est la question réduite à ses termes les plus simples, question grave et, sans contredit, la plus importante de toutes celles que peut soulever l'établissement des chemins de fer, ces grands travaux publics par excellence.

Deux solutions absolues, données à cette question, se trouvent ici en présence : l'une qui centralise dans le gouvernement toutes les formes vitales de l'Etat et qui absorbe au profit de tous les efforts de chacun; l'autre qui annule, pour ainsi dire, le pouvoir et laisse le grand atelier national à la merci de toutes les volontés individuelles. Dans la première de ces solutions, qui a été adoptée par l'école démocratique française, on reconnait l'exagération du principe d'autorité; dans la

seconde, qui est une importation anglaise, on reconnaît l'abus du principe de liberté.

Sans vouloir, pour le moment, chercher à déterminer quelle doit être, sous ce rapport, la sphère d'action de la société et celle des individus, examinons en deux mots comment la question a été jusqu'à présent résolue dans la pratique, et quels ont été les résultats des solutions diverses qui lui ont été données.

Dans l'antiquité, où l'industrie était méprisée et abandonnée aux esclaves, les grands travaux publics étaient des travaux de défense, des fortifications et des voies militaires. Au moyen âge, où la guerre et la religion occupent une si large place dans le mouvement social, les travaux publics affectèrent ce double caractère militaire et religieux. Là se bornait l'activité surabondante des populations. Mais, lorsque plus tard l'industrie se releva de son antique avilissement et qu'à l'envi les nations se furent élancées dans cette carrière, au bout de laquelle elles apercevaient l'affranchissement des classes laborieuses, les travaux publics alors durent prendre une direction nouvelle et servir à seconder le mouvement qui entraînait les masses dans les voies du bien-être matériel, qui sont aussi, ne l'oublions pas, celles de l'affranchissement intellectuel et de la culture morale.

Cette extension nouvelle des travaux publics dérive donc d'un fait nouveau dans l'histoire : l'amélioration des masses par le développement de l'industrie. Le devoir essentiel des gouvernements est de hâter la marche des peuples dans cette voie féconde, et par conséquent d'exécuter eux-mêmes tous les travaux d'utilité générale dont les particuliers ne pourraient se charger ou dont ils ne se chargeraient qu'à leur profit exclusif, et de veiller à ce que les avantages du progrès industriel se répartissent également sur tous les membres de la communauté : telle est la belle et auguste mission dévolue aux gouvernements de notre époque.

Malheureusement la grande industrie, que nous voyons se développer de notre temps, a pris naissance chez un peuple où le pouvoir social se trouvait entre les mains d'une aristocratie accoutumée de longue main à exploiter les classes inférieures, et au sein de laquelle les sentiments de charité et de fraternité sociales avaient peu pénétré. Quand donc les véhicules nouveaux de l'industrie moderne ont commencé à fonctionner en Angleterre, l'aristocratie et la bourgeoisie s'en sont emparées

avec une égoïste avidité, sans songer que derrière elles s'agitait une foule misérable, un peuple de prolétaires affamés!... Le gouvernement, dominé par ces deux classes, leur a abandonné le soin de toutes les entreprises d'utilité générale. Ainsi toutes les grandes entreprises de communications en Angleterre, les routes, les canaux et les chemins de fer, ont été exécutées par des associations particulières formées au sein de l'aristocratie et de la bourgeoisie, et ces entreprises, conçues par l'intérêt privé, n'ont été utiles qu'à la minorité privilégiée. — Les intérêts du peuple n'ont pu trouver grâce devant les exigences de cette féodalité nouvelle : des tarifs élevés, établis sur tous les moyens de transport, n'en ont permis l'usage qu'aux voyageurs de la classe aisée, et le prolétaire anglais n'a point cessé de voyager à pied. Des fortunes colossales se sont élevées, grâce au monopole qui rend quelques milliers de capitalistes maîtres absolus des voies de communication de tout un pays. Et l'on a vu ces individus, se privilégiant eux-mêmes au détriment du pays entier, absorber toute la substance de plus de vingt millions d'hommes, et l'Angleterre devenir en même temps la plus puissante et la plus misérable des nations.

On aura peine à le croire, et rien n'est plus vrai cependant, ce sont ces précédents désastreux, c'est cette exploitation systématisée du peuple par les classes riches que l'on a voulu importer en France, ce pays démocratique par excellence, ce pays où les sentiments d'égalité et de fraternité révolutionnaires ont laissé des traces si profondes, et où les problèmes qui intéressent le sort du peuple ont éveillé si vivement la sollicitude ardente de tous les hommes de pensée. En même temps que l'on imitait la constitution politique de l'Angleterre, on voulait imiter aussi les institutions industrielles et économiques de ce pays, et l'on posait comme un principe immuable, que le gouvernement devait abandonner entièrement aux particuliers l'exécution et l'exploitation des grands travaux publics.

Nous aurons à signaler dans cette troisième partie les funestes résultats qui, en France, seront et sont déjà la conséquence de l'application de ce principe. Nous démontrerons qu'il y a incompatibilité entre la prospérité du pays et l'existence des compagnies de chemins de fer, telles du moins que les a créées la loi du 11 juin 1842.

Cette incompatibilité a sa source, ainsi que nous le verrons

plus loin, dans la question des tarifs, question toute vitale et de la bonne solution de laquelle dépendent les bienfaits que les voies nouvelles sont appelées à réaliser. Pour la France, cette nécessité des bas tarifs dérive des circonstances dans lesquelles la nature l'a placée. On ne peut aller d'une frontière à l'autre que par de longs trajets. Si, dans l'intérêt du commerce, de l'industrie et de la civilisation, on veut que les points extrêmes du pays communiquent entre eux et qu'ils puissent échanger leurs produits, il faut que la distance qui les sépare puisse être franchie à bon marché. Or l'intérêt des particuliers leur fait une loi de n'établir que des tarifs élevés, car ces tarifs sont ceux qui rapportent le meilleur intérêt des capitaux employés dans la construction du chemin. L'Etat au contraire n'a pas besoin, comme les associations individuelles, de rechercher par les péages l'intérêt de son capital d'établissement : cet intérêt lui est rendu par mille voies indirectes, par l'accroissement de la richesse publique, par l'augmentation de la valeur du sol, par les progrès du commerce et de l'industrie, par la multiplicité des échanges, etc., etc.

Nous nous arrêterons sur cette question des tarifs, afin de bien en faire sentir l'importance; nous verrons quelle est son influence sur le développement de la richesse d'un pays et sur l'amélioration de la classe ouvrière, et nous démontrerons que le seul moyen de lui donner une solution avantageuse à tous, c'est de confier à l'Etat l'exécution et l'exploitation des chemins de fer.

Plusieurs objections, auxquelles nous répondrons, ont été élevées sur cet objet. Les unes proviennent des parties intéressées au maintien d'un état de choses aussi avantageux pour elles que préjudiciable pour l'intérêt public ; les autres ont été émises par des propagateurs désinteressés, convaincus, mais dont l'erreur nous paraît résulter d'une fausse appréciation des rapports actuels du gouvernement et de la société.

Le total des frais d'établissement et celui des frais d'exploitation des chemins de fer étant la base essentielle sur laquelle on doit se fonder pour la fixation du taux des tarifs, nous commencerons par examiner ce sujet, en cherchant à déterminer quel sera en France la moyenne des frais auxquels donnera lieu l'établissement et l'exploitation du vaste réseau de chemins de fer voté par les chambres en juin 1842.

Le calcul des frais d'établissement des chemins de fer se

compose de tant de sujets divers, et se fonde sur un si grand nombre d'éventualités de toute espèce, qu'il est assez difficile de préciser à l'avance le prix moyen de construction. Ce prix, cependant, malgré son incertitude, est le seul chiffre sur lequel on puisse se baser pour l'appréciation et la discussion économique d'un projet. Ici l'expérience seule pouvait nous servir de guide : afin donc de donner à nos recherches ce caractère d'utilité pratique, si nécessaire dans la science, nouvelle encore, des chemins de fer, nous avons choisi nos exemples parmi les principales lignes de France, de Belgique, d'Allemagne et d'Angleterre, tout en nous aidant des meilleurs documents récemment publiés sur cette matière importante.

CHAPITRE PREMIER.

FRAIS D'ÉTABLISSEMENT DES CHEMINS DE FER.

Frais généraux et divers. — Frais d'acquisition et indemnités de terrains. — Des frais de terrassement. — Etablissement des travaux d'art. — Frais d'établissement de la voie. — Frais d'établissement du matériel d'exploitation. — Frais d'établissement des stations. — Total des frais d'établissement. — Des frais d'établissement des chemins de fer français.

Nous diviserons de la manière suivante les frais de construction des chemins de fer :

1° *Frais généraux*, études et direction des travaux.

2° *Acquisitions de terrains*, indemnités pour dommages et dépréciation.

3° *Terrassements*, remblais et déblais, percements, etc.

4° *Travaux d'art*, construction de ponts, viaducs, tunnels et maçonnerie de toute espèce.

5° *Etablissement de la voie de fer*, acquisition et placement des rails, chairs, dés, traverses.

6° *Matériel d'exploitation*, acquisition des machines locomotives, tenders, voitures et wagons.

7° *Frais divers et imprévus.*

Chacune de ces subdivisions sera dans ce chapitre l'objet d'un paragraphe particulier.

§ 1.

FRAIS GÉNÉRAUX ET DIVERS.

Nous comprenons dans cette nature de dépenses les frais d'é-

tude du tracé et ceux de direction sous le rapport de l'art, ainsi que divers autres frais d'administration, de contentieux et faux frais de toute espèce. Ce chapitre de dépenses se compose d'éléments trop variables dans leur nature et dans leur quantité, pour pouvoir donner lieu à quelque indication, même générale. Le seul article sur lequel on puisse donner des notions plus ou moins utiles est celui des frais de direction sous le rapport de l'art, y compris les frais d'étude détaillée qui accompagnent toujours l'exécution, quel qu'ait été le soin apporté à l'étude du projet préalable.

D'après le rapport officiel du chemin de fer belge au 30 septembre 1839, le total de cette espèce de frais s'est élevé, pour les 309 kilomètres exploités à cette époque, à la somme de 1,394,475 fr., soit par kilomètre 4,506 fr.; d'après celui du chemin de Paris à Rouen, publié le 31 octobre 1844, le total des frais généraux s'est élevé à 2,157,396 fr., soit 16,100 fr. par kilomètre. Ces mêmes frais ne se sont élevés qu'à 1,088,154 fr. sur celui d'Orléans, soit par kilomètre 7,640 fr. Pour le chemin de Newcastle à Carlisle, ces frais se sont élevés à 4,560 fr. par kilomètre; sur celui de Londres à Croydon, de 22,810 fr. par même distance, et, sur celui de Londres à Birmingham de 12,375 fr. aussi par kilomètre; c'est-à-dire, en rapportant ces chiffres en centièmes du total des frais d'établissement :

Chemin	de Paris à Rouen.	3,83
—	de fer belge.	2,95
—	de Newcastle à Carlisle.	2,46
—	de Paris à Orléans.	2,11
—	de Londres à Croydon.	1,98
—	de Londres à Birmingham. . . .	1,66

Ainsi ces frais varient entre 1 et demi et 3 pour 100 de la dépense totale; leur proportion est généralement d'autant plus forte que la dépense est moins élevée. Ainsi, sur le chemin de Rouen, ils s'élèvent à près de 4 pour 100, tandis qu'en Angleterre ils n'atteignent presque jamais ce chiffre. Le chiffre élevé du chemin de Rouen provient de ce que la compagnie a dû prendre à sa charge des frais d'études antérieures à la concession; mais ce fait provient surtout de la différence des rétributions accordées aux ingénieurs des deux pays.

En Angleterre, les *frais de concession* font partie des frais

généraux et divers. Ils se composent principalement des frais d'enquête et des honoraires alloués pour chaque bill d'intérêt particulier, et *suivant tarif* aux employés de tous grades des bureaux de la chambre des communes. Les frais d'enquête sont généralement fort élevés, surtout pour les compagnies qui rencontrent dès leur origine quelque opposition. Il faut alors faire comparaître des témoins et assembler des conseils, auxquels il faut allouer soit une indemnité pour leur présence, soit un salaire pour leur travail. On conçoit que cette nature de dépenses, particulière à l'Angleterre, varie dans des limites trop étendues pour que nous puissions les évaluer, même approximativement.

§ 2.

FRAIS D'ACQUISITION ET INDEMNITÉS DE TERRAINS.

Il est un grand nombre de considérations qui peuvent influer sur les frais d'acquisition des terrains : la bonne qualité du sol et le voisinage des grands centres de population déterminent généralement l'élévation de cette nature de dépenses. Mais l'une des causes qui exercent le plus d'influence sur ce point, c'est l'étendue de terrain que recouvre le railway, étendue qui varie avec la hauteur des remblais et la profondeur des tranchées. Pour un chemin à deux voies, dont la largeur en couronne doit être d'environ dix mètres, l'étendue de terrain à acquérir sera d'un hectare par kilomètre si le chemin est au niveau du sol, et de quatre et même cinq hectares s'il est établi en remblais ou en tranchées de dix mètres. La moyenne la plus ordinaire, stations comprises, est de trois à quatre hectares par kilomètre.

Les indemnités pour dommage et dépréciation de propriétés ne peuvent guère être déterminées à l'avance. Comment prévoir, par exemple, l'indemnité que réclamera un propriétaire pour le tort qui résultera de l'interposition d'un remblai placé devant les fenêtres d'un château, ou pour le percement d'une profonde tranchée au milieu d'un grand parc? Ce n'est pas la valeur réelle du terrain traversé que payent alors les concessionnaires d'un chemin, mais une valeur de convention établie par un jury sur des bases variables.

Le tableau suivant renferme des exemples du prix de revient

des acquisitions et indemnités de terrains sur quelques-uns des principaux chemins de fer de France et d'Europe.

FRAIS D'ACQUISITION ET INDEMNITÉS DE TERRAIN (1).

DÉSIGNATION DE LA LIGNE.	LONGUEUR de la ligne en kilomètr.	TOTAL des frais d'acquisit. et d'indemnités de terrains	FRAIS par kilomètre.
Angleterre.			
Chemin d'Arbroath à Forfar..............	24 1/2	391,658	15,988
— de Newcastle à Carlisle...........	100	1,912,934	19,129
North-Union-Railway.....................	40	1,260,000	31,500
Midland-Counties-Railway................	25	849,240	33,970
Grand-Junction-Railway..................	125	5,675,078	45,400
Chemin de Liverpool à Manchester........	5 1/2	1,803,500	35,031
— de Londres à Southampton........	123 1/2	6,752,093	54,673
— de Londres à Birmingham.........	180 1/2	16,952,722	97,798
— de Londres à Brighton............	76	7,459,200	98,147
Eastern-Counties-Railway................	107	16,380,000	153,084
Chemin de Manchester à Bolton...........	16	2,520,000	157,500
— de Londres à Croydon............	14	2,776,771	198,305
Belgique.			
Chemins de fer du gouvernement belge (2).	432,7	12,251,778	29,047
Chemin d'Ans à la frontière de Prusse (3)...	44,9	3,777,737	83,938
Allemagne.			
Dresde à Leipzig........................	115,2	1,353,600	11,750
Berlin à Potsdam, à simple voie...........	26,8	638,000	24,000
France.			
Chem. de Lyon à Saint-Etienne...........	58	2,894,446	50,000
— d'Andrezieux à Roanne, à simple voie.	66,2	940,094	14,955
— d'Alais à Beaucaire, à simple voie...	69,9	1,351,000	19,300
— de Paris à Orléans.................	114	6,852,435	60,000
— — à Rouen.................	127	5,552,936	43,720
— — à Saint-Germain..........	18,5	2,021,000	109,200
— — à Versailles (rive droite)....	23	1,670,000	73,218
— — à Versailles (rive gauche). .	16,9	2,700,000	159,763

(1) Les chemins qui ne sont pas spécialement désignés pour être à une seule voie sont à deux voies, ou du moins les terrains ont été achetés pour l'établissement des deux voies.

(2) Comprenant les lignes de Bruxelles à Anvers, de Malines à Ans, de Malines à Ostende, de Gand vers Lille par Courtray, de Bruxelles vers Valenciennes par Mons.

(3) Section ouverte le 15 octobre 1843.

Les trois chemins anglais énoncés en dernier lieu, et qui ont occasionné une dépense excessive, se trouvent dans une situation exceptionnelle : le dernier, celui de Londres à Croydon, est établi aux portes mêmes de la capitale ; les deux précédents, l'Eastern-Counties et le Manchester à Bolton, ont eu à traverser des jardins de luxe et d'agrément et beaucoup de terrains appliqués à l'industrie. En écartant ces cas extraordinaires, on voit que les frais d'acquisition et d'indemnité de terrains varient encore entre 15,000 et 100,000 francs, de sorte qu'il serait en ce moment inutile de chercher à établir un prix moyen entre des limites de cette étendue : plus loin, en cherchant à établir le prix moyen de revient des chemins de fer en France, nous pourrons faire la part de toutes les circonstances exceptionnelles que nous ne pouvons que mentionner ici. Les chiffres de 97 à 98,000 francs, appartenant aux chemins de Brighton et de Birmingham, doivent leur élévation, non-seulement au prix élevé des terrains, mais encore à la superficie considérable qu'ils occupent par suite de la grande quantité de terrassements qu'ils présentent.—Les chemins de fer de Belgique offrent un autre exemple de l'influence que la nature et l'étendue du terrain peuvent exercer sur le chiffre des frais d'acquisition. C'est ainsi que la ligne d'Ans à la frontière prussienne, comparée aux autres lignes du même pays, présente un chiffre près de trois fois plus élevé que le prix moyen : différence énorme, et qui provient de ce que cette ligne traverse sur la plus grande partie de son cours des terrains appliqués à l'industrie et qui n'ont été cédés qu'à des prix élevés. D'un autre côté, cette portion du réseau belge se trouve presque entièrement construite en remblais de 10, 15 et même 20 mètres de hauteur, tandis que les autres lignes, si l'on en excepte deux ou trois sections de l'est et du sud, ne présentent que fort peu de travaux de terrassement.

Le chiffre élevé des petites lignes qui aboutissent à Paris provient de ce qu'elles ont eu à payer des indemnités considérables pour dépréciation de propriétés. Les chiffres, comparativement plus faibles, des lignes de Rouen et d'Orléans doivent au voisinage de la capitale d'être encore trop élevés. L'élévation de celui du chemin de Saint-Etienne à Lyon vient de ce que cette ligne traverse des terrains appliqués à l'industrie et d'un prix très-élevé. De sorte donc, que si l'on veut se rapprocher de la

moyenne des frais d'acquisition de terrains que nécessiteront les grandes lignes décrétées par la loi du 11 juin 1842, on peut dire qu'elle ne dépassera en aucun cas la somme de 25,000 francs par kilomètre (1). Nous discuterons plus loin, et avant de terminer ce chapitre, la valeur de ces différents exemples.

Nous avons vu que la moyenne la plus ordinaire de l'étendue de terrains occupée par les chemins de fer varie, stations comprises, entre trois et quatre hectares par kilomètre. En appliquant le chiffre 3 aux chemins qui parcourent un pays accidenté et qui présentent de grands travaux de terrassement et le chiffre 2 à ceux qui se trouvent dans des conditions plus favorables, il en résulte que, à part les chemins de Versailles (rive gauche), de Croydon, de Manchester à Bolton et de l'Eastern-Counties-Railway, dont il ne faut pas tenir compte, vu les circonstances trop exceptionnelles dans lesquelles ils se trouvent, il en résulte, disons-nous que la moyenne des frais d'acquisition varie, suivant les lignes, de 15 à 42,000 francs par hectare de terrain occupé.

§ 3.

DES FRAIS DE TERRASSEMENTS.

La quantité des terrassements, c'est-à-dire la somme des déblais et des remblais, dépend essentiellement de la configuration du sol et des règles du tracé, en d'autres termes des difficultés que présente le terrain et des efforts que l'on fait pour les vaincre. La quantité de terrassements dépend aussi du choix que l'on peut faire entre les déblais et les souterrains, les rem-

(1) M. Dufaure, dans son Rapport sur la loi du 11 juin 1842, porte à quatre hectares par kilomètre l'étendue des terrains dont l'expropriation sera nécessaire pour la construction du réseau des chemins de fer aujourd'hui décrétés. « En évaluant à 5,000 francs, dit-il, le prix moyen de l'hectare, le prix total par kilomètre serait de 20,000 francs, prix supérieur à celui qu'a payé la compagnie d'Alais à Beaucaire, à celui qu'a payé la compagnie d'Orléans entre cette ville et Juvisy, supérieur enfin à celui qu'a payé la compagnie de Strasbourg à Bâle, malgré quelques estimations exagérées du jury d'expropriation » (*Rapport sur les chemins de fer, Moniteur du* 19 *avril* 1842).

blais ou les viaducs. Le tableau suivant indique entre quelles limites varient les quantités de terrassements sur quelques-unes des lignes dont nous avons déjà eu occasion de nous occuper.

QUANTITÉ DE TERRASSEMENTS PAR KILOMÈTRE.

DÉSIGNATION DE LA LIGNE.	LONGUEUR de la ligne.	QUANTITÉ de terrassements pour toute la ligne.	QUANTITÉ de terrassements par kilomètr.
	kilomètr.	mèt. cubes.	mèt. cub.
Chemin de fer belge, anc. sections (1).	70 1/2	895,506	12,702
— de Birmingham à Glocester....	83	2,754,000	33,180
Midland-Counties-Railway............	92	3,997,125	44,457
Chemin de Sheffield à Manchester......	65 1/2	2,960,550	45,100
— de fer belge, sect. suivantes (2).	87,6	4,156,000	47,443
— de Newcastle à Carlisle.........	100	5,213,300	52,133
North-Midland-Railway...............	16 1/2	6,577,470	56,459
North-Union-Railway.................	40	2,295,000	57,375
Chemin de Londres à Birmingham......	180 1/2	12,240,000	67,811
— de Londres à Southampton.....	123 1/2	8,415,000	68,138
— de Londres à Brighton........	76	5,249,187	69,068
— de Paris à Versailles (r. gauche).	16,9	1,250,000	73,964 (3)
— de Manchester à Leeds.........	80	6,157,250	76,986
— de Londres à Croydon.........	14	1,109,450	79,246

(1) Ensemble des trois premières sections de Bruxelles à Malines, Anvers et Termonde.

(2) Ensemble des quatre sections de Malines à Louvain, Tirlemont, Waremme et Ans. Nous ne possédons pas le chiffre de terrassement (que nous savons être fort élevé) des trois sections qui continuent cette ligne.

(3) Le cube du déblai, dans la grande tranchée de Clamart, traversant la colline qui sépare le val de Clamart du val de Fleury, était de 378,000 mètr.

Ainsi, pour onze chemins anglais compris dans ce tableau, les quantités de terrassement varie de 33 à 80,000 mètres cubes par kilomètre. La limite supérieure appartient soit à certaines lignes qui traversent des terrains très-accidentés, comme, par exemple, celle de Manchester à Leeds, qui coupe une chaîne de montagnes, soit à d'autres, comme celle de Londres à Birmingham, dont le tracé, malgré les difficultés du sol, a été soumis à des conditions d'art très-rigoureuses. Quant à la limite inférieure, elle est due ou à la rencontre d'un terrain uni et

facile, ou à l'adoption de fortes pentes dans les parties accidentées.

Le chiffre, extrêmement faible, que présentent les trois premières sections du chemin de fer belge provient de ce que la voie court pour ainsi dire à la surface du sol, sans avoir exigé des travaux de terrassement un peu considérables. Ce chiffre suffit pour expliquer le prix, d'abord peu élevé, de l'établissement des chemins de fer dans ce pays. Mais à mesure que le railway s'éloignait davantage des plaines de la Flandre et du Brabant et qu'il s'avançait vers les provinces accidentées de l'est et du midi, la quantité de terrassement, et conséquemment le prix de construction, s'est considérablement accru.

Prix du mètre cube de terrassement. Le prix du mètre cube de terrassement varie avec la nature du sol, le mode et la distance des transports, et même avec le mode d'exécution.

Il varie avec la nature du sol, parce que de cette nature dépend le plus ou moins de facilité de la fouille. Si l'on vient à rencontrer des terrains perméables et sans consistance, les accidents auxquels on se trouve exposé dans ce genre de travail sont si fréquents, qu'il est à peu près impossible, même pour les hommes les plus expérimentés, d'établir le chiffre de la dépense.

Le prix du mètre cube de terrassement varie avec le mode de transport, selon que le terrassement s'opère par des hommes, par des chevaux, avec ou sans chemin de fer provisoire; mais il varie surtout selon les distances auxquelles on est obligé de faire transporter les déblais.

Enfin le prix du mètre cube de terrassement dépend du mode d'exécution, selon que les travaux s'exécutent par petites entreprises auxquelles l'administration doit fournir le matériel pour les travaux de terrassement, ou par de grandes entreprises qui possèdent ce matériel.

Sur le chemin de Paris à Versailles (rive gauche), les frais de terrassement, par mètre cube, se sont élevés à.	1 fr.	91 c.
Sur le chemin de Londres à Bristol, les terres étant transportées à une distance moyenne de 2,800 mètres, le prix moyen du mètre cube s'est élevé à.	2	80
Sur le Great-Western, ce prix est de.	2	61
Sur le chemin de Londres à Birmingham, les terres étant transportées à une distance moyenne de 2,000 mètres, ce prix est de.	1	95
Sur le chemin de Londres à Croydon.	1	66

Sur celui de Londres à Southampton.	1 fr.	65 c.
Sur celui de Lille à la frontière de Belgique, les terres étant transportées à une distance de 200 mètres seulement.	1	»
Sur les chemins de fer de Belgique.	»	71

Généralement le prix des terrassements est toujours plus élevé pour les chemins de fer que celui des ouvrages de même nature exécutés dans les travaux ordinaires, parce que l'exécution simultanée d'un grand nombre de lignes a ordinairement pour effet la hausse excessive de la main-d'œuvre. Souvent aussi, afin d'accélérer l'exécution, et pour ne pas s'exposer à des pertes d'intérêts énormes en retardant l'ouverture des chemins, on a recours à divers moyens, tels que le travail d'hiver, le travail de nuit, l'intermédiaire des grands entrepreneurs, lesquels ont aussi pour effet d'accroître considérablement le chiffre des frais de terrassement.

Les frais de terrassement par kilomètre varient dans les mêmes proportions que les quantités de terrassement et les prix élémentaires du mètre cube; il sera donc facile, à l'aide des deux tableaux précédents, d'établir une appréciation approximative de ces limites.

§ 4.

ÉTABLISSEMENT DES TRAVAUX D'ART.

On entend par travaux d'art les ponts, viaducs, souterrains et maçonnerie de toute nature qui entrent dans la construction des chemins de fer. Le chiffre de cet article de dépense varie trop avec le nombre des ouvrages et avec leurs prix élémentaires, et ces prix élémentaires eux-mêmes sont trop dépendants des localités et de la nature des matériaux, pour qu'on puisse donner sur ce sujet aucune indication, même générale.

Le prix d'établissement des souterrains est plus variable encore que celui des travaux d'art, car il dépend non-seulement du prix des matériaux, mais encore de l'emploi à faire des déblais et surtout de la nature du sol à travers lequel le percement est ouvert. Les souterrains qui traversent une roche de consistance moyenne et sans beaucoup de fissures, comme la plupart des calcaires de nouvelle formation, sont généralement les moins chers, parce qu'ils n'exigent qu'un revêtement partiel et léger,

dont ils peuvent même, en certaines occasions, se passer entièrement. Ceux qui traversent des roches très-dures, de formation ancienne, ont pour principal inconvénient la lenteur de l'exécution, car la dépense est jusqu'à un certain point compensée par la solidité extrême de ce genre de travaux. Les souterrains les plus coûteux sont ceux qui traversent des terrains perméables et sans consistance, à cause de l'abondance des eaux et de la fréquence des éboulements. Le prix d'exécution dépasse alors toutes les limites prévues : ainsi, tandis que sur le chemin de Londres à Birmingham un souterrain s'adjugeait et s'exécutait à raison de 772 francs par mètre courant, celui de Kilsby, situé sur la même ligne et long de 2,215 mètres, coûtait 7,560,000 fr., c'est-à-dire 3,413 fr. par mètre courant. Diverses causes ont contribué à élever à ce point les frais d'exécution : quelques accessoires, entre autres les puits d'aérage, ont été faits avec trop de luxe; mais la cause principale est la rencontre, sur une longueur de 500 mètres, d'une couche de sable pénétrée d'eau, dont l'existence avait échappé aux recherches du sondage préalable et qui pendant plusieurs mois a exigé l'épuisement de 9 mètres cubes d'eau par minute.

On comprend que cet article de dépenses, ponts, viaducs, souterrains, etc., est trop variable pour pouvoir donner lieu à l'indication moyenne des dépenses. Dans son rapport sur les chemins de fer, M. Dufaure évalue à 150,000 francs par kilomètre les travaux d'art et de terrassement à la charge de l'Etat. Mais dans ce chiffre se trouve compris l'établissement des stations.

§ 5.

FRAIS D'ÉTABLISSEMENT DE LA VOIE.

Ces frais comprennent l'acquisition, le transport et la pose des rails, chairs, chevilles, coins, dés ou traverses, et l'ensablement de la voie. Ils varient essentiellement d'après le système de la voie et le prix des matériaux.

Rails. En Angleterre, le prix des rails a varié depuis ces dernières années entre 160 et 180 francs la tonne de mille kilogrammes. En Belgique, l'emploi presque exclusif des rails ondulés, dont la fabrication est beaucoup plus coûteuse que celle des rails parallèles, a contribué à maintenir le prix des

rails à un taux plus élevé. La tonne de rails qui, en 1836, se payait 275 francs rendue à Malines coûtait encore 208 francs en 1843.

La France, par la faiblesse de son gouvernement, paye très-cher le monopole dont jouissent les marchands de fer. Les rails de Paris à Saint-Germain et à Versailles (rive droite et rive gauche) ont été payés 420 francs rendus à Paris, ce qui répond, croyons-nous, au prix de 350 francs, pris à l'usine. Les nouveaux rails du chemin de Lyon à Saint-Etienne ont été fabriqués à l'usine de Terre-Noire à raison de 367 francs 50 centimes la tonne. Les prix ont un peu fléchi depuis : la fourniture des rails pour le chemin de fer du Nord a été adjugée à plusieurs fabricants aux prix de 335 et 339 francs (adjudication du 10 septembre 1844).

Des chairs ou coussinets. Le prix des coussinets varie en Angleterre entre 120 et 130 francs la tonne; en Belgique il est en moyenne de 140 francs. En France, ce prix varie actuellement entre 228 et 235 francs. Les coussinets pour le chemin de fer du Nord ont été adjugés aux prix de 235 et 229 francs.

Traverses, coins et chevilles. L'adjudication de la fourniture des traverses au chemin de fer du Nord s'est faite le 16 octobre 1844 au prix moyen de 5 francs 70 centimes par traverse. Les coins en bois de chêne ont été adjugés au prix de 139 francs le mille, et les chevilles en fer à raison de 437 et 442 fr. par tonne.

Coût total de l'établissement de la voie. Voici, d'après les prix ci-dessus indiqués, quel serait le coût total de l'établissement d'un mètre courant de chemin de fer à deux voies.

120 kilogrammes de rails à 34 centimes le kilogramme. .	40 f.	80 c.
36 — de coussinets à 23 centimes.	8	28
8 chevilles.	1	60
4 coins.	»	55
Remblais en sable, 3m,5 à 2 francs (prix moyen).	7	»
Pour le transport du rail sur la route.	3	50
Deux traversines, cubant 22 centimètres.	11	50
Pose.	3	»
Frais divers.	1	50
Total.	77 f.	73 c.

Si le chemin est à une seule voie, on achète le terrain et l'on construit les ouvrages d'art pour deux voies; mais on n'ouvre

les tranchées et on n'élève les remblais que pour une seule voie. Voici quel est alors le devis pour une seule voie.

60 kilogrammes de rails.	20 f.	40 c.
18 — de coussinets.	4	14
4 chevillettes.	»	80
2 coins.	»	28
Remblais en sable, 2 mètres à 2 francs. . . .	4	»
Coltinage ou transport des rails sur la route. . .	1	75
Une traversine.	5	70
Pose.	1	50
Frais divers.	1	»
	39	53
Pour gare d'évitement ou de stationnement, un cinquième en sus.	7	95
Total.	47 f.	48 c.

En Angleterre, le prix du mètre de simple voie varie de 30 à 45 francs, à cause de la modicité du prix du fer, et celui du mètre à double voie varie de même entre 65 et 97 francs. Le premier taux de 65 francs est celui du chemin de North-Union, le dernier, celui de 97 francs, est le prix de revient de l'établissement de la voie sur le chemin de Londres et Croydon, celui de tous les chemins anglais dont l'établissement a été le plus coûteux. En Belgique, le coût de l'établissement de 1 mètre de chemin à une voie n'a jamais dépassé 50 francs, dans le temps même où le prix du fer était d'un tiers plus élevé qu'il ne l'est aujourd'hui.

En Allemagne, où les rails viennent de l'étranger et doivent subir des frais de transport considérables, le prix de l'établissement de la voie de fer est généralement élevé. Il est de 63 francs 72 centimes sur le chemin de Berlin à Potsdam, construit à simple voie, et de 92 francs 80 centimes sur celui de Dresde à Leipzig, construit à deux voies.

§ 6.

FRAIS D'ÉTABLISSEMENT DU MATÉRIEL D'EXPLOITATION.

Le matériel d'exploitation comprend les machines locomotives avec leur tender, les voitures de différentes espèces pour le transport des voyageurs et des marchandises et les chariots pour le transport des voitures, des chevaux et du bétail.

Nombre de locomotives. Pour calculer le nombre de locomotives nécessaires à l'exploitation d'une ligne, il faut tenir compte de l'importance de la circulation, du mode d'exploitation, de la force des machines, et, partant de cette donnée expérimentale, prendre la moyenne des jours d'activité et des jours de repos. On admet généralement qu'une machine locomotive ne doit parcourir journellement qu'une distance de 100 kilomètres sans s'arrêter, et 3 à 400 kilomètres sans être nettoyée et visitée. En observant ces précautions, on peut, dit M. Clarke, ingénieur du chemin de fer d'Orléans, parcourir environ 4,000 lieues sans qu'il soit nécessaire de faire subir de grosses réparations aux machines locomotives. Ce calcul, fondé sur l'expérience, semble démontrer qu'il faut avoir, suivant les cas, de trois à cinq locomotives par myriamètre. Toutefois, comme ces machines sont sujettes à de fréquentes avaries, les administrations soigneuses de leurs véritables intérêts en possèdent toujours un nombre plus considérable que celui strictement nécessaire.

Prix des locomotives. L'augmentation de prix des machines locomotives a suivi l'accroissement successif de leurs dimensions. Les petites locomotives dont on se servait en 1833 coûtaient d'acquisition 22 à 25,000 francs. Ce prix s'est élevé insensiblement à plus de 50,000 francs. Les machines du Great-Western ont coûté 1,650 livres sterling, soit 54,180 francs. Mais depuis lors leur prix a considérablement baissé, et il varie aujourd'hui entre 32 et 35,000 francs, selon le système et la force de la machine et la réputation du fabricant. En Belgique, le prix ordinaire de construction des machines locomotives varie entre 35 et 38,000 francs. La lenteur avec laquelle la France a procédé à l'exécution des chemins de fer a donné aux constructeurs nationaux le temps de se préparer à cette fabrication spéciale, qui a pris depuis quelques années un grand développement. Le coût des locomotives, en France, varie aujourd'hui entre 40 et 46,000 francs. L'adjudication de 34 locomotives pour le chemin de fer du Nord s'est faite le 25 septembre 1844 aux prix de 44 et 47,000 francs.

Nombre de tenders. Chaque locomotive est toujours accompagnée de son tender, lequel porte l'approvisionnement d'eau et de combustible. Les réparations du tender étant à la fois plus rares et plus faciles que celles des locomotives, il

n'est pas indispensable d'en posséder un même nombre, surtout lorsqu'il s'agit d'une grande ligne dont le matériel est considérable. C'est ainsi que la Belgique n'a que 138 tenders pour 142 locomotives, et le Grand-Junction 51 pour 56. En 1843, le prix des tenders, en Angleterre, variait entre 200 et 220 livres sterling, soit 5,000 à 5,540 francs. A la même époque, le gouvernement belge les payait aux constructeurs 5,800 francs.

Nombre de diligences et wagons. Le nombre de diligences et wagons varie selon l'importance de la circulation et le nombre de places que chacun d'eux renferme. Les diligences du chemin de fer de Saint-Germain divisés en 3 caisses portent 24 voyageurs, et 8 sur les banquettes en dehors, ce qui fait en tout 32 voyageurs. Les diligences anglaises n'en portent que 24. Sur le même chemin, 80 diligences ou wagons suffisent à un transport annuel de 1,500,000 voyageurs. Au 1er janvier 1844, la Belgique disposait pour l'exploitation du réseau national, dont la longueur était à cette époque de 561 kilomètres, d'un matériel de 606 voitures, divisées ainsi qu'il suit : wagons 300, wagons de service 306, soit en totalité 10 à 11 voitures par myriamètre.— Au chemin de Londres à Birmingham, long de 180 kilomètres et demi, on compte 300 voitures, dont 130 de première classe : c'est de 16 à 17 seulement par myriamètre. — En 1840, le Grand-Junction n'avait que 116 voitures pour l'exploitation de son réseau, long de 133 kilomètres, divisées comme il suit : 65 voitures de première classe, 37 de seconde et 14 de troisième, soit en tout 6 à 7 voitures par myriamètre.

Prix des voitures et wagons. En Angleterre, les voitures de première classe coûtent 11 à 12,000 francs chacune. Les voitures belges analogues à cette classe ne coûtent que 3,170 francs; mais elles sont, quant au confortable, inférieures aux voitures anglaises. Les voitures de deuxième classe, en Angleterre, coûtent de 2,500 à 3,800 francs chacune ; les chars à bancs belges, qui forment la deuxième classe, coûtent 2,720 francs. En Angleterre, il est peu de chemins qui aient des voitures de troisième classe : le prix élevé des tarifs interdit presque généralement aux classes pauvres l'accès du chemin de fer. En Belgique au contraire, les wagons, qui forment la troisième classe de voitures, sont plus nombreux que les voitures des deux autres classes. Leur prix de construction s'élève à 2,500 francs envi-

ron. Les wagons de service et ceux servant au transport des marchandises coûtent de 12 à 1,400 francs.

Quant aux dépenses à faire pour les stations, c'est-à-dire pour les bâtiments d'exploitation comprenant les bureaux, salles d'attente pour les voyageurs, ateliers et remises pour le matériel, elles dépendent essentiellement de la disposition des stations et de l'importance qu'on veut leur donner.

§ 7.

TOTAL DES FRAIS D'ÉTABLISSEMENT.

Le chiffre total des frais d'établissement varie entre des limites très-étendues, et de la même manière et pour les mêmes causes que nous venons de voir varier chacun de ses divers éléments.

Le tableau suivant est le résumé de tous les faits qui précèdent. Il donne par nature de dépenses le total des frais d'établissement et des frais par kilomètre pour les principaux chemins de fer d'Angleterre, d'Allemagne, de France et pour celui de Belgique.

Tableau des frais d'établissement par kilomètre des principaux chemins de fer.

DÉSIGNATION DES CHEMINS.	LONGUEUR totale.	ACQUISITIONS et indemnités de terrains.	FRAIS généraux et divers.	TRAVAUX d'art et de terrassement, stations, etc.	FRAIS d'établissement de la voie de fer.	MATÉRIEL des transports, outillage, mobil., etc.	TOTAL des frais d'établissement. Dép. totale.	Dép. par kil.
Chemin de Londres à Greenwich. . .	6	1,118,826	591,137	1,538,887	» (1)	41,521	19,742,230	3,290,371
— — à Croydon. . . .	14	198,305	» (1)	802,992	97,389	45,403	16,017,253	1,144,089
— — à Birmingham. .	180	97,798	31,577	591,037	»	17,200	137,618,397	762,428
Northern-and-Eastern-Railway. . .	52	171,786	» (1)	138,988	108,500	26,356	23,172,500	445,625
Chemin de Londres à Southampton. .	123	54,673	13,791	230,000	72,000	38,634	55,119,722	414,434
— de Birmingham à Derby. . .	78	96,990	» (1)	149,838	106,733	28,520	29,803,020	382,090
Great-Junction-Railway.	133	42,670	30,800	241,770	» (1)	41,021	47,381,547	356,252
North-Union.	40	35,520	15,620	183,456	80,230	38,634	9,929,240	248,231
Chemins de fer belges (1er janv. 1844).	483	51,334	8,467	135,525	54,649	34,833	137,573,077	284,828
Chemin de Berlin à Potsdam (simp. v).	26,8	24,102	4,602	63,730	41,800	50,103	4,937,498	184,235
— de Leipzig à Dresde (doub. v.).	115	63,730	4,430	92,800	71,300	23,750	29,463,450	204,030
Chemin de Paris à Saint-Germain. . .	18,5	109,233	35,628	413,545	114,892	94,891	14,209,274	767,568
— — à Versailles (riv. dr.).	23	73,128	34,697	321,708	125,218	157,900	16,380,820	712,309
— — à Orléans.	114	60,000	9,542	155,001	119,032	54,027	47,005,546	412,328
— — à Rouen.	127	43,720	17,000	221,890	73,000	33,337	49,267,691	387,934
— d'Alais à Beaucaire.	70	19,300	7,440	95,180	56,022	27,600	14,415,940	205,942
— de Saint-Etienne à Lyon. . .	58	50,000	13,792	142,338	41,378	17,240	15,350,000	264,650
— de Lille à la frontière belge. .	14	41,879	»	105,938	122,500	54,000	4,541,474	324,390

(1) Cette nature de dépense a été comprise dans celles des travaux d'art et de terrassement.

Conclusion du tableau. On voit qu'il peut être difficile d'établir, pour la totalité des frais d'établissement des chemins de fer, une moyenne générale : d'un côté ces frais n'atteignent que 100,000 francs par kilomètre, de l'autre ils dépassent 3,000,000 (1). C'est pourquoi il nous a paru nécessaire, afin d'établir cette moyenne et de chercher à déterminer le chiffre auquel pourra s'élever la construction en France des grandes lignes de chemins de fer, de répartir en trois classes, et selon les difficultés plus ou moins considérables rencontrées dans leur exécution, les principales lignes d'Angleterre, d'Allemagne, de Belgique et de France actuellement construites, en examinant les causes qui ont pu influer sur l'augmentation des frais. Le premier tableau comprend les chemins dont on ne peut guère tenir compte, tant à cause du prix d'exécution, qui s'est accru outre mesure par suite du voisinage des grandes villes, que par les difficultés extraordinaires des terrains, ou par une sévérité trop grande dans les conditions du tracé. D'autre part, il eût été non moins inutile de tenir compte du prix de revient de certaines lignes, dont l'extrême économie provient, soit de la facilité des terrains traversés, soit principalement de l'imperfection du tracé, qu'on a plié aux exigences du sol plus qu'il ne conviendrait généralement de le faire pour des lignes destinées à une circulation active et à grande vitesse. Ces lignes particulières seront comprises dans le second tableau. Le troisième au contraire contiendra les lignes qui, d'après la situation économique particulière à chaque pays, peuvent servir de terme de comparaison pour l'évaluation du taux auquel reviendra l'établissement du réseau de chemins de fer décrété par la loi du 11 juin 1842.

(1) Ce chiffre a encore été dépassé. C'est ainsi que le chemin de fer allant de l'intérieur même de la cité de Londres aux Docks de la compagnie des Indes à Blackwall a coûté 4 millions et demi par kilomètre ; mais plus des trois quarts du prix total a été employé à l'acquisition des terrains, indemnités, etc., nature de dépenses singulièrement élevée dans une ville comme Londres.

1er *Tableau.*

DE LA TOTALITÉ DES FRAIS D'ÉTABLISSEMENT PAR KILOMÈTRE.

DÉSIGNATION DES CHEMINS.	PRIX PAR KILOMÈTRE, non compris les stations et le matériel.
Chemin de Londres à Greenwich.	3,290,371 fr.
— Londres à Croydon.	1,151,824
— Manchester à Bolton.	943,000
— belge d'Ans à la Prusse (45 kil.).	810,000
— Londres à Birmingham.	780,228
— Paris à Saint-Germain.	767,568
— Liverpool à Manchester.	684,340
— Great-Western.	679,507
— Manchester à Leeds..	630,000

Ces prix excessifs s'expliquent par un concours de circonstances tout à fait exceptionnelles. Le premier chemin, celui de Londres à Greenwich, construit en entier sur arcades de 10 à 15 mètres de hauteur, a coûté pour la maçonnerie seule 1,452,000 francs par kilomètre, soit environ la moitié du prix total. De plus un tiers de son parcours s'étend dans Londres même ou dans la banlieue, de sorte que les frais d'acquisition de terrain ont été très-considérables; ils se sont élevés par kilomètre à 1,118,826 francs, ce qui, pour ces deux articles de dépense, fait un total, toujours par kilomètre, de 2,570,826 francs. Ainsi donc les frais ordinaires d'établissement de la voie, d'acquisition du matériel, stations, frais généraux, n'ont absorbé par kilomètre que la somme de 719,545 fr., c'est-à-dire un peu plus du cinquième de la totalité des frais. Le chemin de Londres à Croydon entre aussi dans l'intérieur de Londres ; les terrains ont été payés à des prix très-élevés ; la seule station de Londres n'a pas coûté moins de 2,500,000 francs. De plus la compagnie a été forcée d'acheter, au prix d'un million, le canal de Croydon, latéral au chemin. — Quant à la troisième de ces lignes, celle de Manchester à Bolton, elle a eu à traverser des terrains occupés par de grandes exploitations industrielles, par des parcs, des jardins, des usines, circonstances qui ont élevé le prix des terrains au taux exorbitant de 200,000 francs le kilomètre. D'un autre côté, ce chemin, malgré son peu d'étendue, a eu à subir des frais considérables pour l'établissement des deux grandes stations de Bolton et de Manchester. — Le che-

min belge d'Ans à la Prusse a dû traverser un pays inégal et accidenté, occupé par de nombreuses exploitations industrielles et coupé par quatre rivières dont deux assez considérables. D'Ans à Liége, sur une longueur de 6 kilomètres, on rachète une descente de 110 mètres au moyen de deux plans inclinés, desservis par deux machines fixes de 360 chevaux chacune. De Liége à la frontière de Prusse, un pont de 110 mètres construit sur la Meuse, 20 autres à trois et à quatre arches sur l'Ourthe, la Vesdre et la rivière de Spa, 18 souterrains, la plupart creusés dans le roc le plus dur, 134 aqueducs dont 3 d'un développement considérable, une hauteur totale de 200 mètres à racheter de Liége à la frontière prussienne sur une étendue de 36 kilomètres en suivant les plis et replis de la tortueuse vallée de la Vesdre, ont placé cette ligne, sous le rapport de la dépense, dans une position tout à fait exceptionnelle. — Le chemin de Londres à Birmingham est le type de ce système grandiose, mais ruineux, qui admet le luxe des détails et se résume, quels que puissent être le nombre et l'importance des obstacles à surmonter, par des pentes de faible inclinaison et des courbes d'un grand développement. Le chemin de Paris à Saint-Germain doit l'élévation de son chiffre principalement au voisinage de la capitale. Celui de Liverpool à Manchester se trouve dans une situation analogue à celle du chemin de Birmingham, quant au tracé; de plus il a eu à dépenser des sommes énormes, afin de faire pénétrer, au moyen de souterrains, les convois de voyageurs et de marchandises jusqu'au centre même de Liverpool et à proximité des Docks. Le Great-Western a de même été construit sous l'influence du système ruineux de la perfection mécanique des tracés. Quant au dernier, celui de Manchester à Leeds, il a eu à lutter contre les difficultés extrêmes du sol sur lequel il s'étend.

Nous ne citerons que pour mémoire les frais d'établissement des chemins suivants, qui, placés aux portes de Paris, doivent à ce voisinage, ainsi qu'à leur peu de longueur et à l'irrégularité de leur circulation, l'élévation extrême, comparativement à leur importance, des frais de premier établissement.

Le chemin de Paris à Versailles (rive droite), long de 22,350 mètres, a coûté, non compris la redevance de 3 millions à payer à celui de Saint-Germain, sur lequel il vient aboutir à son entrée dans Paris, 17

millions, soit par kilomètre.	772,725 fr.
Celui de Paris à Corbeil, long de 31 kilomètres, a coûté 15 millions en totalité, soit.	484,000
La construction des 16,700 mètres du chemin de Paris à Versailles s'est élevée à la somme de 17 millions, c'est-à-dire par kilomètre.	1,024,000

L'élévation de ce dernier chiffre est due principalement à l'importance et à la difficulté des terrassements, ainsi qu'au travail d'hiver et au travail de nuit auxquels on a eu recours afin d'activer la construction.

En regard de ces chiffres nous plaçons ceux des principaux chemins dont l'exécution a été la moins coûteuse : tous sont à simple voie ; quelques-uns seulement, que nous indiquerons, sont établis dans l'éventualité de la pose d'une seconde voie.

2e *Tableau.*

	Coût par kilomètre.
Chemins anglais.	
Chemin de Glascow à Garnkirck.	189,500 fr.
— York et North-Midland-Railway.	153,391
— Newcastle à Carlisle.	120,000
— Arbroath à Forfar.	108,312
— Arbroath à Dundee.	105,406
Chemins allemands.	
Chemin de Berlin au bord de l'Elbe par Luckenwald (1).	164,500
— Leipzig à Magdebourg.	161,800
— Francfort à Mayence.	152,000
— Berlin à Anhalt.	113,246
— Vienne à Brünn.	106,203
Chemins belges, à simple voie.	
Chemin de Gand à Ostende (67 kilomètres).	126,000
— Landen à Saint-Trond (11 kil. .	123,000
Chemins français.	
Chemin de Roanne à Saint-Etienne.	165,000
— Montpellier à Cette.	148,250
— Bordeaux à la Teste.	129,000
— Andrezieux à Roanne.	113,609

(1) Cette ligue, ainsi que les quatre suivantes, est à simple voie ; mais tous les travaux d'art sont exécutés dans l'éventualité de la pose d'une seconde voie.

Ces diverses lignes ne peuvent nous servir d'éléments de comparaison, par la raison qu'elles sont toutes à simple voie, et que celles qui ont rencontré des terrains difficiles et accidentés, comme, par exemple, celles d'Andrezieux à Roanne, de Roanne à Saint-Etienne et de Newcastle à Carlisle, ont reçu un tracé très-inégal, que l'on regarde comme peu favorable au transport à grande vitesse. Les chemins suivants, qui se trouvent dans une situation toute différente, pourront nous fournir des points de comparaison.

3e *Tableau.*

	Coût par kilomètre.
Chemins anglais.	
Chemin de South-Western.	408,097 fr.
— Grand-Junction.	360,472
— Preston à Lancaster.	358,312
— North-Union-Railway.	352,800
Chemins belges.	
Chemin de Malines à Ans (87 kil. 1/2). . .	221,000 (1)
— Bruxelles à Quiévrain (81 kil.). .	214,000 (2)
Ensemble du réseau (483 kilomètres). . . .	284,828
Chemins allemands.	
Dusseldorf à Eberfeld.	248,000
— Aix-la-Chapelle à la frontière de Belgique.	272,000
— Vienne à Neustadt.	325,000 (3)
Chemins français.	
Chemin de Lyon à Saint-Etienne.	324,390
— Strasbourg à Bâle.	341,000
— Paris à Rouen.	373,214
— Paris à Orléans.	429,411

(1) Cette ligne (à double voie) renferme des remblais et tranchées de 15 à 20 mètres de hauteur, ainsi qu'un double souterrain de 925 mètres de long.

(2) Cette ligne a aussi donné lieu à l'exécution de travaux importants, parmi lesquels est un tunnel de 432 mètres.

(3) Sur ces trois lignes, la première est à simple voie; la seconde aussi à simple voie, mais avec les travaux d'art pour deux voies. Les difficultés naturelles à surmonter ont été extrêmes pour ces deux lignes. La troisième est à double voie sur toute sa longueur.

§ 8.

DES FRAIS D'ÉTABLISSEMENT DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS.

Bien des chiffres ont été avancés pour le réseau des chemins de fer français; on a été de 200,000 à 400,000 francs par kilomètre, du simple au double. Dans le rapport de la loi du 11 juin 1842, M. Teste adoptait un chiffre moyen de 300,000 francs. Ce chiffre, qui est aussi celui de M. Bineau et de quelques autres ingénieurs distingués, est basé sur le prix de revient des chemins de fer belges.

La Belgique est en effet le pays qui peut nous offrir les meilleurs éléments de comparaison. La valeur des terres y est généralement plus considérable qu'en France, mais le prix du fer, y est plus bas; quant aux salaires ils sont à peu près les mêmes dans les deux pays, quoi qu'en aient dit certains ingénieurs, qui donnent pour moyenne des salaires en France le prix payé aux ouvriers de Paris; comme si les grandes villes, où la subsistance est très-chère, ne se trouvaient pas sous ce rapport dans une situation tout à fait exceptionnelle. — Seules, la nature des terrains à traverser et les difficultés particulières d'exécution des travaux peuvent présenter de grandes différences et ruiner les meilleurs calculs.

Le prix des terrains et celui des salaires varient non-seulement de pays à pays, mais même de province à province, de département à département; le prix des salaires varie aussi selon les saisons et le mode d'exécution des travaux. Les difficultés particulières et locales varient également dans les mêmes proportions, selon l'espèce de formation des terrains ou selon la topographie des lieux, selon leur situation plus ou moins rapprochée des usines, laquelle peut modifier, dans de fortes proportions, le prix des rails et les frais d'acquisition de matériel. D'autre part, le prix du fer suit des mouvements de hausse ou de baisse dont il est impossible de prévoir les proportions. Tout est donc, on peut le dire, éventuel dans la plupart des évaluations, et sous ce point les devis des ingénieurs de chemins de fer ressemblent beaucoup aux devis des architectes.

C'est ce que démontre assez la comparaison de la fixation primitive avec la dépense réelle d'établissement des différents chemins de fer, ainsi que l'indique le tableau suivant :

Chemins anglais.

	Capital primitif.	Capital dépensé.
Chemin de Liverpool à Manchester. .	510,000 l. st.	1,600,000 l. st.
— Londres à Birmingham. .	3,500,000	6,000,000
— Birmingham à Liverpool.	1,000,000	1,500,000

Chemins français.

Chemin de Saint-Etienne à Lyon. . .	9,000,000 fr.	15,000,000 fr.
— Paris à Saint-Germain. .	3,900,000	14,000,000
— Paris à Versailles (r. dr.).	11,000,000	15,000,000
— Paris à Versailles (r. g.).	8,000,000	17,000,000
— Paris à Rouen.	30,000,000	49,000,000
— Paris à Orléans.	20,000,000 (1)	47,000,000

Il y a en France, depuis plusieurs années, une commission supérieure des chemins de fer, chargée de l'examen de toutes les questions qui se rapportent à l'établissement des voies nouvelles et qui, ayant à sa disposition tous les renseignements de la statistique ministérielle, pourrait fournir sur le sujet de l'évaluation des dépenses de très-grandes lumières; mais elle n'a encore donné jusqu'à présent aucun signe de vie. L'adjonction importante que cette assemblée vient de se faire dans la personne de M. Ed. Teisserenc changera, il faut l'espérer, ce déplorable état de choses.

D'après l'avis d'un grand nombre d'ingénieurs, les difficultés d'exécution qu'il y aura à vaincre en France ne seront pas supérieures à celles qui ont dû être surmontées en Belgique. Quoique le sol français soit généralement plus accidenté que le sol belge, on peut affirmer en effet que nulle part la dépense des travaux d'art, des ponts, des tunnels, des remblais, etc., ne s'élèveront à la somme qu'elles ont atteinte de Liége à la frontière prussienne : 810,000 francs par kilomètre. En observant que cette portion du railway forme la douzième partie du réseau total, on peut supposer que le sol français, malgré ses nombreuses inégalités de configuration ne présentera pas, *toute proportion gardée*, un plus grand nombre de passages difficiles et coûteux. Beaucoup d'erreurs d'évaluation ont été commises, parce que l'on a pris pour point de départ des sections de che-

(1) *Mémoire pour le chemin de fer d'Orléans*, par M. Defontaine, 1837, p. 24.

mins qui, partant de Paris, traversent un pays où la cherté des terrains et des salaires vient se joindre aux difficultés de l'exécution pour élever d'une manière exorbitante les prix de revient des railways. Mais ce sont là des circonstances purement exceptionnelles et qui ne doivent point servir de règle dans un calcul général à tout le pays.

Les évaluations faites par la commission du chemin de fer du Nord nous paraissent renfermer de meilleurs éléments pour un calcul général. Ces évaluations ont fait quelque peu justice des prévisions des ingénieurs pessimistes et de ceux qui jugent trop volontiers de la situation de la France par celle de l'Angleterre.

Nous voyons dans le rapport de la commission qu'une compagnie avait proposé pour l'exécution des travaux mis à la charge de l'Etat un forfait de 115,000 francs par kilomètre, c'est-à-dire de 49,220,000 francs pour les 428 kilomètres de chemin à ouvrir. Ce forfait n'ayant pas été accepté par le gouvernement, elle avait réduit ses prétentions à 80,000 francs par kilomètre, soit à 34,240,000 francs pour toute la ligne, et ce dernier chiffre n'était pas assurément porté trop bas; car les adjudications, portant sur 116 kilomètres compris entre Paris et la limite du département de la Somme, avaient été effectuées, dans l'intervalle de la négociation, au prix minime de 66,943 francs le kilomètre.

Voici l'estimation des dépenses d'exécution à la charge des compagnies faite par M. le ministre des travaux publics pour cette ligne.

Ensablement de la voie à raison de 6 mètres cubes de sable, à 5 francs le mètre.	30 f.
Rails à 35 kilogrammes par mètre, supports en fonte, encastrement, traverses et frais de transport et de pose de la double voie.	95
Ce qui fait un total de cent vingt-cinq fr. par mètre, soit 125,000 fr. le kilomètre, ce qui, pour les 428 kilomètres de la ligne à établir, formerait un total de. . . .	53,500,000
Auquel il faudrait ajouter pour les autres travaux restant à faire et pour intérêts.	2,675,000
Matériel circulant, mobilier des gares et ateliers. . .	13,000,000
Intérêts du capital engagé pendant la construction. .	6,000,000
Frais généraux, administratifs, exécution.	*mémoire.*
Total.	75,175,000 f.

Soit par kilomètre.	175,640 f.
Ajoutant à ce chiffre les frais d'exécution à la charge de l'Etat.	80,000 f., évaluation,

on aura en total 255,640 francs, non compris le prix d'achat des terrains, lequel ne doit pas dépasser 30 ou 35,000 francs, en prenant pour base d'évaluation le prolongement du réseau belge, de la frontière à Lille et Valenciennes.

Le coût de cette grande ligne, dont l'exécution présente sur certains points des difficultés très-grandes, se rapprocherait ainsi beaucoup de l'évaluation moyenne de MM. Teste et Bineau. Les chemins de Strasbourg à Bâle et de Lyon à Saint-Etienne se rapprochent aussi de cette limite, qui a servi de base à presque tous les calculs sérieux. Nous croyons que l'on peut s'y arrêter.

Il est à remarquer que l'on pourrait sans peine diminuer ce chiffre, si modéré cependant, de *plus d'un septième.* Il suffirait pour cela de se conformer aux lois d'une saine économie, en prescrivant au gouvernement d'abaisser les droits de douane qui pèsent sur l'importation des rails; il suffirait de fermer l'oreille aux doléances intéressées des propriétaires de hauts fourneaux, lesquels prélèvent sur le pays un impôt que rien ne justifie. Il s'est formé en effet entre nos grands fabricants de fer une véritable coalition, dont le but avoué est de rançonner impitoyablement les constructeurs de chemins de fer. La tonne de rails, qui coûte en Angleterre 160 francs et en Belgique 200 francs, se paye en France, comme nous l'avons vu au § 5 de ce chapitre, 335 et 340 francs la tonne de 1,000 kilogrammes, soit la moitié en sus du prix des rails anglais et deux cinquièmes en sus du prix des rails belges. Ainsi le pays paye en cette occasion une véritable subvention aux propriétaires de hauts fourneaux, qui cependant font déjà assez bien leurs affaires sur la consommation habituelle du pays pour pouvoir se passer de ce surcroît de bénéfice.

On jugera par les chiffres suivants de l'importance de cette subvention. Sur le chemin de fer de Rouen, les rails, coussinets, etc., ont coûté par kilomètre 70,000 francs; si ces rails avaient été achetés en Angleterre, ils n'auraient coûté que 33,000 francs et en Belgique 43,000 francs; différence dans le premier cas de 37,000 francs, et de 27,000 francs dans le second cas;

ainsi c'est une moyenne en trop de 32,000 francs par kilomètre. Le prix du réseau, étant calculé à raison de 285,000 francs par kilomètre, verrait ainsi, par l'entrée des rails étrangers, son prix réduit à 253,000 francs. L'étendue du réseau étant fixée à 5,000 kilomètres, c'est donc un impôt de *cent soixante millions* payés par la France aux maîtres de forges et aux grands propriétaires de forêts.

C'est là, on peut le dire sans crainte, une véritable spoliation de la masse du public qui se servira des chemins de fer au profit de quelques hauts barons de notre féodalité industrielle. Grâce au régime du bon plaisir sous lequel nous vivons, soixante ou quatre-vingts individus oppriment impunément tout le pays, non-seulement pour la question qui nous occupe, mais pour la consommation générale, qui est cent fois plus considérable encore que celle à laquelle donne lieu l'établissement des chemins de fer (1).

Après cette digression, amenée du reste par le sujet, il nous restera à examiner les dépenses occasionnées par l'exploitation des chemins de fer. Chacun comprendra que c'est de ce chiffre même de la dépense d'exploitation, combiné avec celui des frais de premier établissement, que dépend la fixation du tarif pour les chemins de fer, question toute vitale et de la solution économique de laquelle dépend tout l'avenir de ces voies nouvelles.

(1) Pendant qu'on s'éloigne à ce point des plus simples principes de l'économie politique et du bon sens, la Russie nous donne un grand exemple de haute prévoyance administrative. Lorsqu'il fut question d'établir la grande ligne de Saint-Pétersbourg à Moscou, le czar demanda par circulaire à tous les propriétaires d'usines lequel serait plus avantageux pour le pays, de leur donner à fabriquer les rails dont on avait besoin, ou de les demander à l'industrie étrangère. Il fut unanimement répondu qu'il était, sous tous les rapports, préférable d'importer les rails de l'étranger, quoiqu'il fût facile d'accroître la production du fer à l'intérieur. Les industriels russes s'appuyaient surtout sur la nécessité de réduire le plus possible les frais d'établissement, afin d'obtenir des tarifs modérés. Leurs conseils ont été suivis, et le czar, quoique partisan avoué des doctrines prohibitives, a permis l'importation en Russie des rails étrangers.

CHAPITRE II.

DES FRAIS D'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER.

Frais d'entretien des chemins de fer. — Frais de traction. — Frais de transport et de surveillance. — Total des frais d'exploitation des chemins de fer anglais. Total des frais d'exploitation des chemins de fer de Belgique. — Application à la France.

Les frais d'exploitation des chemins de fer, qui se composent de plusieurs éléments très-divers, peuvent se résumer en quatre grandes natures de dépenses, qui sont :

1° Les frais d'entretien du chemin ;

2° Les frais de traction ;

3° Les frais de transport et de surveillance; et enfin

4° Les frais généraux et divers.

La première nature de dépenses comprend les frais de réparation de la voie proprement dite, ainsi que ceux des travaux d'art et de terrassement y attenant; la seconde comprend principalement les frais de combustible et d'entretien des machines locomotives; ceux de transport et de surveillance comprennent l'entretien et la réparation des voitures et véhicules servant au transport, ainsi que le salaire accordé aux ouvriers employés pour changer ou conduire les convois et veiller à la sécurité du chemin ; enfin la quatrième nature de dépenses se compose des frais d'administration, perception, bureaux, etc.

Ces quatre grandes classes de dépenses sont communes à toutes les lignes de chemins de fer, soit que l'exploitation en soit confiée à l'Etat ou mise entre les mains d'une compagnie. Seulement, dans ce dernier cas, il résulte deux autres classes de dépenses, qui se composent : 1° de la somme à prélever pour l'intérêt des capitaux employés à l'établissement du chemin ; 2° de la somme à prélever pour opérer l'amortissement de ces capitaux. Lorsqu'au contraire l'exploitation des chemins de fer est confiée à l'Etat, on pose en principe que le chemin ne doit être la source d'aucun profit direct et qu'il doit seulement couvrir ses dépenses courantes. Les tarifs sont réglés en conséquence. Nous n'aurons à nous occuper ici que des quatre classes de dépenses primitivement indiquées, tout en nous réservant de traiter des autres, lorsque nous aurons à nous occuper des tarifs et du mode d'exploitation des chemins de fer.

§ 1.

DES FRAIS D'ENTRETIEN DES CHEMINS DE FER.

Cette nature de dépenses dépend essentiellement du prix de la main-d'œuvre et de la matière première, du temps écoulé depuis l'ouverture du chemin, du mode de construction, de la nature et de la hauteur des remblais et tranchées, de la circulation, enfin des moteurs qui le parcourent et de leur vitesse.

Les frais d'entretien sont très-considérables au moment de l'ouverture du chemin et même un certain temps après, à cause du tassement des remblais; mais ils diminuent d'une manière très-sensible aussitôt que les remblais se trouvent définitivement consolidés. Ils sont plus élevés lorsqu'on emploie des machines locomotives que lorsqu'on se sert de chevaux, et ils augmentent très-sensiblement lorsque l'on augmente la vitesse des convois, soit parce qu'une grande vitesse fatigue davantage la voie, soit plutôt parce qu'elle exige que cette voie soit tenue en meilleur état et réparée plus fréquemment.

Pour rapporter l'ensemble des frais d'entretien des chemins de fer au temps, à la dépense faite et à la circulation, il est nécessaire d'indiquer le chiffre auquel il s'élève :

1° Par an et par kilomètre parcouru;
2° Par an et en centièmes des frais d'établissement (1);
3° Par voyageur transporté à 1 kilomètre.

Le tableau suivant donne divers exemples de ces frais ainsi présentés (2).

(1) C'est-à-dire des terrassements, des maçonneries et de la voie.
(2) Pour cette partie, nous avons suivi, autant que possible, l'excellent traité de M. Bineau, ingénieur au corps royal des mines.

Frais annuels d'entretien des chemins de fer.

DÉSIGNATION DU CHEMIN.	PÉRIODE D'EXPLOITATION.	PAR KILOM. DE CHEMIN.	EN CENTIÈMES DES FRAIS D'ÉTABLISSEMENT du chemin proprement dit.	PAR VOYAGEUR TRANSPORTÉ à 1 kilomètre.
				centimes.
Chemin de Londres à Greenwich.	Premier semestre 1839.	13,883	0,9	0,833
	Deuxième semestre 1839.	20,432	1,3	1,267
Chemin de Londres à Birmingham.	Du 17 sept. au 31 déc. 1838.	12,090	2,0	»
	Premier semestre 1839.	7,565	1,3	1,845
	Deuxième semestre 1839.	14,581	2,5	2,531
Chemin de Liverpool à Manchester.	Du 1 janv. 1832 au 30 juin 1834.	7,513	1,5	1,017
	Du 30 juin 1834 au 30 juin 1837.	6,739	1,3	0,715
	Deuxième semestre 1838.	5,542	1,1	»
	Deuxième semestre 1839.	6,244	1,2	»
Great-Western-Railway.	Deuxième semestre 1838.	4,922	1,0	1,314
	Premier semestre 1839.	4,805	1,0	1,204
Grand-Junction-Railway.	Deuxième semestre 1838.	5,521	2,5	»
	Premier semestre 1839.	3,818	1,7	1,069
	Deuxième semestre 1839.	3,912	1,8	1,202
Chemin de Leeds à Selby.	Années 1837, 1838 et 1839.	3,723	1,8	1,334
Chemin de Paris à St-Germain.	Années 1838 et 1839.	6,118		0,920
Chemins de fer belges.	Années 1835 à 1838.	7,142		0,950
	Années 1842 et 1843.	5,440		0,560

D'après ce tableau, on voit que les frais d'entretien par an et par kilomètre de chemin à double voie et à grande vitesse ont varié sur ces différents chemins de 20,432 francs à 3,723 francs. — Les chiffres de 20,432 et de 13,883 francs se rapportent au chemin de Londres à Greenwich, dont la circulation est excessive et entièrement exceptionnelle. Ceux de 14,581 et de 12,090 (chemin de Londres à Birmingham) proviennent de trois causes, savoir : de l'élévation des remblais, de l'extrême rapidité avec laquelle ils ont été construits, et enfin de l'exécution, alors récente, du chemin (1). Sur le chemin de Liverpool à Manchester, le remplacement des rails a déterminé l'élévation des deux chiffres de 7,513 francs et 6,739 francs. Les deux autres chiffres, relatifs aux derniers semestres de 1838 et 1839, peuvent être considérés comme représentant à peu près le prix régulier de l'entretien sur cette ligne, l'une des plus fréquentées du royaume-uni. Sur le *Grand-Junction*, dont l'établissement n'a exigé qu'une quantité moyenne de terrassements, le prix d'entretien des premières années s'est élevé à 5,521 francs ; l'entretien de ce chemin est aujourd'hui affermé à raison de 3,912 francs par an et par kilomètre (250 livres st. par mille).

D'après cela, en écartant les cas exceptionnels, en ne tenant aucun compte des premières années, pendant lesquelles le tassement des remblais augmente considérablement la totalité des frais d'entretien, on peut admettre que l'entretien des chemins de fer à double voie et à grande vitesse varie, par an et par kilomètre, de *quatre* à *huit mille* francs.

D'après le même tableau, le montant annuel des frais d'entretien varie depuis 0,9 jusqu'à 2 1/2 pour 100 des frais d'établissement du chemin de fer proprement dit, c'est-à-dire déduction faite des frais généraux et des frais d'établissement des stations et du matériel. La proportion en centièmes varie généralement d'une à l'autre en sens inverse du chiffre des frais d'entretien, par an et par kilomètre, c'est-à-dire que les frais d'entretien croissent moins rapidement que les frais d'établissement, ce qui provient de ce que l'un de leurs éléments,

(1) Aujourd'hui que les travaux se sont consolidés, l'entretien annuel ne dépasse pas 8,000 fr.

l'entretien de la voie proprement dite, dépend principalement de la circulation. C'est ainsi que sur le chemin de fer du gouvernement belge les frais d'entretien ont varié de 3,1 à 4,4 pour 100 des frais d'établissement, tandis que sur les chemins anglais ils sont descendus jusqu'à 0,9. Généralement cependant la totalité de ces frais en Angleterre varie entre 1 et 2 pour 100.

Quant au montant des frais d'entretien par voyageur et par kilomètre, en écartant le cas exceptionnel relatif à la dernière période du chemin de Londres à Birmingham, il varie de 0 cent. 519 à 1 cent. 845, et le plus ordinairement il ne dépasse guère 1 centime. — Tous ces exemples sont relatifs à des lignes à double voie destinées à être parcourues à grande vitesse par les convois de voyageurs.

§ 2.

FRAIS DE TRACTION.

Cette nature de dépense se compose de quatre éléments principaux, qui sont :

Les frais d'entretien et de réparation des machines,

Les frais de combustible,

Les frais divers et le salaire des machinistes et chauffeurs.

Il en est des frais de traction comme des frais d'entretien du chemin : ils ne peuvent s'exprimer avec quelque exactitude qu'en les rapportant au travail utile, au travail fait, c'est-à-dire au nombre de voyageurs ou au poids des marchandises transportés à 1 kilomètre.

Cependant les frais de traction ne sont pas exactement proportionnels au travail fait ; plusieurs de leurs éléments en sont indépendants ; de sorte que leur ensemble est d'autant plus élevé, proportionnellement au travail fait, que les locomotives marchent à charges plus incomplètes. Ainsi donc les résultats auxquels l'on arrive, en rapportant les frais de traction au travail fait, ne peuvent être exactement comparables ; néanmoins il n'existe pas de meilleur moyen de les exprimer (1).

(1) Ces frais ont souvent été exprimés en raison du temps et de la distance parcourue, c'est-à-dire par an et par kilomètre ; mais ce sys-

Des chauffeurs et machinistes. Les machinistes ne travaillent généralement que de huit à dix heures par jour, et deux jours sur trois; le troisième jour ils visitent leur machine et y font les menues réparations dont elles ont constamment besoin. Ils font par jour 300 kilomètres environ, ce qui met, en moyenne, leur travail journalier à 200 kilomètres. — Le travail journalier moyen d'une locomotive n'étant que de 100 kilomètres, le nombre de machinistes pourrait n'être que de moitié de celui des machines, cependant il dépasse ordinairement cette proportion. On cherche, autant que possible, à ce que la même machine soit toujours conduite par le même homme ; de cette manière cet homme la connaît mieux, il la dirige avec plus de facilité et moins d'effort. D'autre part, il est plus intéressé à ce qu'elle soit toujours dans un parfait état d'entretien.

En Belgique, les machinistes gagnent de 5 francs 50 centimes à 6 francs par jour, soit par an de 2,000 à 2,200 francs. En Angleterre, leur salaire varie de 30 à 40 schellings par semaine, soit en nombres ronds de 2,000 à 2,600 francs par an.

En Angleterre les chauffeurs sont payés de 25 à 30 schellings par semaine, soit par an de 1,600 à 2,000 francs. En Belgique, ils n'ont que 2 francs 50 cent. par jour, soit 900 francs par an.

Frais d'entretien et de réparation des locomotives. Les réparations des machines sont de deux espèces : les petites réparations que les machinistes font chaque jour, et les grandes réparations, qui sont, pour ainsi dire, une reconstruction.

Moyennement on évalue à 100 kilomètres le travail jour-

tème n'aboutit qu'à des calculs oiseux, attendu que les résultats ne peuvent être comparés l'un à l'autre, et que les frais de traction dépendent essentiellement du travail fait, c'est-à-dire, encore une fois, du nombre de voyageurs et du poids des marchandises, transportés à une distance déterminée. En Belgique, ces frais ont été rapportés à l'ensemble des convois, c'est-à-dire que leur montant a été indiqué par convoi et par distance parcourue, sans que l'on ait eu égard au chiffre de la composition moyenne des convois. Ce système offre l'avantage de pouvoir tenir compte de l'influence des *frais fixes*, c'est-à-dire des frais qui, comme la main-d'œuvre et les salaires, sont indépendants de la charge ; mais il a le désavantage de conduire à des résultats qui ne peuvent guère se comparer entre eux, attendu l'influence de la charge sur la dépense des locomotives.

nalier d'une locomotive destinée au transport des voyageurs. Cependant lorsqu'on ne confie une locomotive qu'à un seul machiniste par jour, comme on le fait généralement, l'activité d'une machine se trouve limitée au temps de travail du machiniste, c'est-à-dire de huit à dix heures par jour. On peut alors demander aux machines un travail journalier de 240 à 250 kilomètres. Les locomotives ont alors, ainsi que le machiniste qui les dirige, un jour de repos sur trois. — Généralement le travail qu'une locomotive neuve et à grande vitesse peut faire avant d'entrer en réparation est d'environ 30,000 kilomètres, c'est-à-dire de huit à neuf mois. On en cite qui ont fait jusqu'à 80,000 kilomètres sans avoir eu besoin d'être reconstruites à neuf.

Voici ce qu'a coûté l'entretien et la réparation des machines locomotives sur trois des principaux chemins anglais.

DÉSIGNATION DU CHEMIN.	PÉRIODE D'EXPLOITATION.	CIRCULAT. pendant cette période — Voyageurs transportés à 1 kil.	FRAIS DE TRACTION. Dépense totale.	Par voyag. tr. à 1 k.
			fr.	cent.
Grand-Junction.......	1er sem. 1839.	33,000,000	564,708	1,709
	2e sem. 1839..	39,000,000	625,522	1,604
Liverpool à Manchester.	1er janv. 1832 au 30 juin 1834.	78,197,030	1,067,869	1,365
Londres à Greenwich...	1er sem. 1839.	4,884,012	57,867	1,185

Consommation du combustible. Le coke est, comme on sait, le combustible le plus généralement employé au chauffage des machines locomotives servant au transport des voyageurs; quelquefois cependant on y mêle une faible quantité de houille. Les Etats-Unis sont jusqu'ici le seul pays ou l'anthracite et le bois soient employés à cet usage.

Totalité des frais de traction. Le tableau suivant présente, pour diverses lignes, le total des frais de traction par voyageur et par kilomètre, réparti, autant que possible, par nature de dépense.

Tableau de la totalité des frais de traction.

DÉSIGNATION DES LIGNES.	PÉRIODE D'EXPLOITATION.	FRAIS DE TRACTION PAR VOYAGEUR ET PAR KILOMÈTRE. Combustible.	Entretien des machines.	Machinistes et chauffeurs.	Huile, graisse et divers.	Total.
		centimes.	centimes.	centimes.	centimes.	centimes.
Chemin de Londres à Bristol. . . .	Année 1839. .	»	»	»	»	3,120
Grand-Junction-Railway.	Année 1839. .	0,885	»	1,604	»	2,489
Chemin de Londres à Greenwich. .	Année 1839. .	1,237	1,185	»	0,109	2,531 (1)
— Liverpool à Manchester.	A. 1832 à 1837.	0,505	1,365	0,154	0,154	2,178 (2)
— Londres à Croydon. . .	Année 1839. .	0,906	C,678	0,553	0,166	2,303
— Arbroath à Dundee. . .	Année 1839. .	»	»	»	»	2,110
— Leeds à Selby.	Année 1839. .	0,710	»	1,397	»	2,107
— Arbroath à Forfar. . . .	Année 1839. .	»	»	»	»	1,874
— Londres à Birmingham.	Année 1839. .	»	»	»	»	1,744 (3)
— Paris à Saint-Germain. .	Année 1839. .	1,045	0,525	0,233	0,061	1,864
Chemins de fer belges.	Année 1838. .	0,565	0,285	0,180	0,073	1,103
	Année 1843. .	0,502	0,468	0,224	0,058	1,262

(1) Le salaire des chauffeurs et machinistes n'a point été compris dans ce chiffre.

(2) Ce chiffre ne se rapporte qu'à la partie du chemin exploitée par les locomotives.

(3) Le matériel de cette ligne étant, à cette époque, complètement neuf, la compagnie a ajouté à la dépense totale 5 pour 100 de la valeur du matériel. Ce fonds d'amortissement est plus que suffisant pour compenser l'avantage momentané que présentait cette ligne. Les compagnies des deux chemins de Forfar et de Croydon n'ont ajouté aucun fonds de dépréciation, bien que le matériel soit à peu près neuf, ce qui fait que le chiffre de ces trois chemins se trouve relativement trop faible.

D'après ce tableau, le total des frais de traction par voyageur transporté à 1 kilomètre varie sur les chemins anglais entre 3 centimes 120 et 1 centime 744; sur le chemin belge entre 1 centime et 1 centime deux dixièmes; sur le chemin de Saint-Germain il est de 1 centime huit onzièmes. La limite supérieure appartient au chemin de Londres à Bristol. On peut attribuer son excessive élévation à la vitesse de la circulation, mais par-dessus tout aux défauts que présentaient les premières locomotives qui circulaient sur ce chemin. L'élévation du chiffre du chemin de Grand-Junction, qui vient ensuite, provient en grande partie de l'insuffisance de matériel, surtout pendant la première période d'exploitation. Le chemin de Londres à Greenwich, vu sa situation tout à fait exceptionnelle, n'est cité que pour mémoire.

La limite inférieure des chemins anglais est obtenue sur la ligne de Londres à Birmingham, et provient principalement de ce que la circulation est tellement considérable, que les locomotives qui remorquent les voyageurs marchent toujours à pleine charge. Les lignes qui ne possèdent qu'une circulation moindre pourraient arriver à un semblable résultat en diminuant le nombre des départs. C'est ainsi qu'a lieu l'exploitation des chemins belges, et c'est ce qui explique leur extrême bon marché.

On peut donc admettre qu'en Angleterre les frais de traction peuvent généralement rester au-dessous de 2 centimes par voyageur et par kilomètre, même à une vitesse de 46 kilomètres à l'heure; quant aux marchandises, on sait que, dans les conditions ordinaires de l'exploitation, le poids de cinq voyageurs correspond à celui d'une tonne de marchandises. D'un autre côté, les frais de traction sont d'autant moins élevés que la diminution de vitesse est plus grande; ainsi en admettant pour les marchandises une vitesse à l'heure de 20 à 25 kilomètres, les frais de traction par kilomètre et par tonne varieront de 1 centime à 1 centime et demi. C'est à peu de choses près le taux du chemin de Liverpool à Manchester.

§ 3.

FRAIS DE TRANSPORT ET DE SURVEILLANCE.

On comprend dans la catégorie des frais de transport, les frais d'entretien ou de réparation des différents véhicules ser-

vant au transport, ainsi que le montant des salaires accordés aux ouvriers qui ont pour mission de charger et de conduire les convois. Voici le détail de ces frais, sur le chemin de Liverpool à Manchester, pendant une période d'exploitation de deux ans et demi (du 1er janvier 1832 au 30 juin 1834).

NATURE DES DÉPENSES.	FRAIS DE TRANSPORT. Dépense totale.	FRAIS DE TRANSPORT. Dépense par voyageur transporté à 1 kil.
	francs.	cent.
Réparat. des diligences { matériaux. . .	64,134	0,137
Réparat. des diligences { main-d'œuvre.	131,865	0,282
Huile, graisse.	33,781	0,072
Chargeurs et conducteurs.	145,258	0,311
Dépenses diverses..	175,842	0,377
Total.	550,880	1,179

Sur le tableau général de la totalité des frais d'exploitation, annexé plus loin, cette nature de dépense (non compris les frais de surveillance) a varié entre 1 cent. 700 mill. et 0 cent. 376 mill. par voyageur transporté à 1 kilomètre. Ce premier chiffre est trop élevé, et appartient au chemin de Londres à Birmingham. Il est dû principalement à ce que, dans l'origine, le personnel des ouvriers employés était beaucoup trop nombreux. Ce personnel ayant été réduit dès le semestre suivant, ce chiffre est aussitôt descendu à 1 cent. 414 mill. et n'a cessé de diminuer depuis d'une manière assez sensible. Quant au chiffre inférieur de 0 cent. 376 mill., sur le chemin d'Arbroath à Forfar, il est dû à ce que les voitures, neuves encore à l'époque où se rapportent ces calculs, n'ont eu besoin que de peu de réparations, et aussi à ce que, sur ce chemin, le service ne se fait pas à une aussi grande vitesse que sur les autres lignes.

Quant aux frais de surveillance, ils se composent du traitement alloué aux employés chargés de veiller à la sécurité du chemin. En

général les surveillants ne se livrent à aucun travail de réparation. Leur seule occupation consiste à vérifier l'état de la voie, à manœuvrer les croisements de voie et à indiquer aux machinistes si la voie ne présente aucun obstacle. Ces surveillants sont d'ordinaire très-nombreux lorsque commence l'exploitation d'une ligne, parce qu'alors le complet achèvement des travaux est une cause d'encombrement pour le service et exige un redoublement de surveillance. Mais le nombre de ces employés diminue rapidement dès que les travaux se trouvent entièrement achevés, et ils arrivent bientôt à être remplacés par des *cantonniers travailleurs*.

Cette nature de dépense n'étant que temporaire, nous n'en avons tenu aucun compte, dans le résumé qui suit, de la totalité des frais d'exploitation, et ne l'avons citée que pour mémoire.

§ 4.

TOTAL DES FRAIS D'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER ANGLAIS.

Ces frais, ainsi que le plus grand nombre des éléments dont ils se composent, ne peuvent être exprimés d'une manière comparative qu'en raison du travail fait, c'est-à-dire du poids du transport et de la distance parcourue. Le tableau suivant, extrait en partie du savant ouvrage de M. Bineau sur les chemins de fer anglais, présente clairement, sous forme de résumé de ce qui précède, les divers éléments des frais d'exploitation par voyageur ou par tonne de marchandises et par kilomètre parcouru. Pour présenter ainsi les frais d'exploitation, il était nécessaire de faire la répartition des dépenses entre les voyageurs et les marchandises sur les chemins qui effectuent à la fois ces deux espèces de transport. Il est admis presque généralement qu'à la vitesse de 20 à 25 kilomètres le transport d'une tonne de marchandises coûte, en frais d'entretien du chemin, frais de traction et de surveillance et frais généraux, le double de ce que coûte le transport d'un voyageur à la vitesse de 30 à 40 kilomètres. C'est ainsi qu'ont été calculés les exemples suivants qui comprennent la plupart des grandes lignes en exploitation en Angleterre et celles des petites lignes du même pays qu'il était utile de considérer comme terme de comparaison. Dans un autre tableau nous comparerons ces résultats avec ceux obtenus sur les chemins de fer de Belgique.

Résumé général de la totalité des frais d'exploitation sur les chemins de fer anglais.

DÉSIGNATION DU CHEMIN.	LONGUEUR EN KILOMÈTRES.	PÉRIODE D'EXPLOITATION.	DÉPENSE par an et par kil. de chemin. — ENTRETIEN.	DÉPENSE PAR VOYAGEUR TRANSPORTÉ A 1 KILOMÈTRE. ENTRETIEN.	TRACTION.	TRANSPORT.	FRAIS GÉNÉR.	TOTAL des frais d'exploitation.
			francs.	cent.	cent.	cent.	cent.	cent.
Londres à Bristol. . . .	36	Année 1838. . . .	4,992	1,314	3,004	2,138	1,104	7,560
		1er semestre 1839.	4,805	1,204	3,120	2,069	1,537	7,930
Londres à Birmingham.	181	1er semestre 1839.	7,565	1,845	2,090	2,362	0,913	7,210
		2e semestre 1839. .	14,581	1,531	1,744	1,737	0,611	6,623
Londres à Greenwich. .	6	1er semestre 1839.	13,883	0,833	2,631	1,797 (1)	1,363	6,524
Grand-Junction-Railway.	133	1er semestre 1839.	3,818	1,069	2,704	1,681	0,797	6,254
		2e semestre 1839. .	3,912	0,913	2,489	1,672	0,740	5,814
Leeds à Selby..	32	Ann. 1837 à 1840.	3,723	1,136	2,107	1,661	0,865	5,769
Liverpool à Manchester.	51	Ann. 1835 à 1837.	6,739	0,760	2,565	1,576	0,585	5,486
Arbroath à Dundee. . .	24	1er semestre 1839.	»	2,265 (2)	2,110	0,938	»	5,313
Londres à Croydon. . .	17	2e semestre 1839. .	1,314	1,322	2,303	1,275	1,181	4,982
Arbroath à Forfar. . .	25	1er semestre 1839.	1,445	1,031	1,874	0,374	0,765	4,044

(1) Non compris les frais de conducteurs, qui ont été portés aux frais généraux.
(2) Dans ce chiffre sont compris les frais généraux.

L'élévation de ces chiffres provient de ce que la circulation sur les chemins de fer anglais est très-restreinte comparativement à celle des railways des autres pays. L'expérience a prouvé qu'il n'y a d'exploitation économique possible que lorsque l'ensemble des frais peut se répartir sur un très-grand nombre d'unités.

Les compagnies anglaises, assurées de percevoir des bénéfices avec une faible circulation et des tarifs élevés, s'appliquent à éloigner de leurs chemins les voyageurs de troisième classe, c'est-à-dire de la classe la plus nombreuse. Ainsi, tandis que la moyenne des voyageurs par convoi est de 112 sur les chemins français, de 200 sur les chemins belges et de 330 sur les chemins allemands, elle n'est que de 58 sur les railways anglais. Certains chemins des environs de Londres, forcés de posséder un matériel considérable pour satisfaire en certains jours à une circulation extraordinaire, excluent les voyageurs de troisième classe et ne transportent par convoi, terme moyen, que 37 voyageurs. Or les convois, en circulant ainsi à charge toujours incomplète, occasionnent une grande déperdition de force utile, et par suite une grande augmentation dans les frais de traction (1). Lorsqu'un bateau à vapeur est construit pour transporter un certain nombre de voyageurs, dit le savant auteur d'une brochure qui a fait sensation, il dépense tout autant, que ce nombre soit complet ou non. Il en est à peu près de même pour les chemins de fer, et si l'on transportait à des prix extrêmement bas l'immense quantité des voyageurs à pied, l'augmentation de dépenses serait peu considérable et nullement en rapport avec les avantages signalés qui en résulteraient. — D'un autre côté, les compagnies anglaises s'occupent généralement assez peu des moyens d'arriver à une exploitation économique de leurs lignes : l'article des *frais généraux*

(1) La brochure anglaise du *Railway Reform*, dont l'apparition a fait en France une si grande sensation, porte aux *dix-neuf vingtièmes* la perte de force motrice qui résulte de ce seul fait ; c'est-à-dire qu'une locomotive pourrait tirer une charge vingt fois plus forte que celle qui, en moyenne, y est attachée. Il est généralement reconnu du reste que, passé une certaine limite, la multiplication des convois grossit considérablement les dépenses, sans augmenter la circulation ; témoin les expériences de l'administration belge sur ce sujet, et celles qui ont été faites sur les chemins de Versailles pendant l'année 1840, lorsqu'on a institué des convois toutes les demi-heures.

est souvent grevé outre mesure par suite des traitements énormes que s'allouent les directeurs et les nombreux employés dont ils s'entourent. Si donc, malgré les faits que nous venons de signaler, on cherchait la moyenne des dépenses d'exploitation sur les principaux chemins anglais, on arriverait à un total de 5 et 6 centimes par voyageur transporté à un kilomètre, chiffres évidemment trop élevés et sur lesquels cependant l'administration française s'est appuyée pour déterminer le maximum des tarifs que l'on veut appliquer aux grandes lignes du réseau dont la construction se poursuit en ce moment. L'exagération de ces chiffres va être démontrée par l'expérience des chemins de fer belges. C'est en comparant les résultats obtenus en Belgique à ceux des railways anglais que l'on peut apprécier l'influence qu'une bonne direction imprimée au service des transports peut exercer sur l'économie, et conséquemment sur le degré d'utilité réelle d'un chemin de fer.

§ 5.

TOTAL DES FRAIS D'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER DE BELGIQUE.

Quelques mots d'introduction pourront ne pas être inutiles à l'intelligence des calculs qui vont suivre.

On sait que l'administration de Belgique a voulu que le chemin de fer, exécuté aux frais de tous, fût exploité au profit de tous, par le moyen d'un tarif modéré qui le rendît accessible à toutes les classes de la société. Afin donc de pouvoir abaisser autant que possible la taxe de ce tarif, elle s'est appliquée à apporter dans les dépenses d'exploitation les modifications les plus propres à en diminuer le chiffre. Loin de suivre l'exemple des compagnies anglaises, qui, sans aucun avantage pour la circulation, font partir leurs convois de voyageurs presque à chaque instant, et à charge toujours incomplète, elle a limité au nombre rigoureusement nécessaire les départs journaliers, après s'être assurée par de longues expériences que cette modification ne pouvait nuire en rien ni à la régularité, ni aux besoins de la circulation. Abordant de front des difficultés devant lesquelles plusieurs compagnies reculent encore aujourd'hui, l'administration de Belgique a organisé son service de marchandises sur les bases les

plus larges, prenant *à sa charge les risques et avaries* des objets qui lui sont confiés, tandis que, d'un autre côté, guidée par un but tout à fait désintéressé et n'ayant en vue que les principes de justice distributive qui ont dominé l'exécution du réseau national, elle a décidé l'exécution de plusieurs lignes que l'on savait d'avance ne pouvoir fournir une circulation assez active pour couvrir même les frais d'exploitation.

Malgré toutes ces circonstances défavorables, l'exploitation n'a cessé de présenter les plus grands avantages économiques, bien que la vitesse obtenue n'ait guère été moindre que sur les chemins anglais. Ainsi, pour ne citer qu'un fait, pendant que les frais d'exploitation du chemin belge n'étaient pour 1840 que de 2,997,113 francs, ceux de la ligne de Londres à Newton, qui est exactement de la même longueur que le chemin belge, mais qui est loin de satisfaire à une circulation aussi active, atteignaient la somme de 11,944,525 francs. C'est en vain que pour expliquer cette énorme disproportion on se fonderait sur la différence du prix de la main-d'œuvre en Belgique et en Angleterre: cette différence justifierait à peine des frais doubles du côté du chemin anglais, surtout si l'on considère que le prix des machines, celui du fer et celui du combustible sont moins élevés en Angleterre qu'ils ne le sont en Belgique. Du reste, voici le tableau détaillé de tous les frais d'exploitation du réseau belge depuis le 5 mai 1835, jour de l'ouverture de la première section de Bruxelles à Malines, d'une longueur de 20 kilomètres, jusqu'au 1er janvier 1844, où l'exploitation avait lieu sur une étendue de 503 kilomètres. Ces chiffres sont textuellement extraits des *comptes rendus* de l'administration des chemins de fer belges, présentés annuellement à l'examen des chambres.

Tableau résumé des dépenses annuelles d'exploitation sur le chemin de fer belge, du 5 mai 1835 au 1er janvier 1844 (1).

LONGUEUR EN KILOMÈTRES.	PÉRIODE D'EXPLOITATION.	MOUVEMENT DE LA CIRCULATION.		FRAIS D'ENTRETIEN DU CHEMIN.	FRAIS DE TRACTION ET DE TRANSPORT.	FRAIS DE PERCEPTION.	RÉSUMÉ DE LA DÉPENSE.		KILOMÈTRES PARCOURUS.	
		Nombre total de voyageurs inscrits.	Nombre total de voyageurs transportés à 1 kilom.	— Dépense par voyageur.	— Dépense par kilomètre.	— Dépense par kilomètre.	Total des frais d'exploitation.	Total de la dépense des frais d'exploitat.	Nombre de kilomètres parcourus.	Dépense totale par kilomètre parcouru.
				c.	c.	c.	fr.	c.		f. c.
20,3	Du 5 mai au 31 déc. 1835.	421,439	7,685,690	0,65	1,29	0,23	168,772	2,19	50,370	3,35
44	Exploit. de l'année 1836.	871,307	25,559,880	0,51	0,96	0,19	431,135	1,66	137,805	2,92
139,7	Année 1837............	1,384,577	44,123,735	0,78	1,43	0,47	1,189,988	2,69	307,970	3,86
236,8	Année 1838............	2,238,803	95,642,752	0,66	1,76	0,42	2,755,056	2,85	648,775	4,24
315	Année 1839............	1,952,731	86,417,436	0,71	1,35	0,29	3,084,410	2,37	801,305	3,54
335	Année 1840............	2,199,319	»	0,47	1,03	0,60	2,997,113	1,66	1,181,105	2,68
437	Année 1842............	2,724,103	104,877,075	0,57	1,58	0,80	4,700,327	2,95	1,589,090	2,86
503,8	Année 1843............	3,085,349	136,212,714	0,53	1,61	0,73	5,400,000	2,87	1,877,170	3,62
				Moy. 0,60	Moy. 1,35	Moy. 0,85	Moyenne 2,44		Moyenne 3,47	

(1) Nous avons dressé ce tableau d'après les chiffres de recettes et le nombre des voyageurs inscrits, la distance moyenne parcourue par chacun d'eux, le nombre de personnes qui ont parcouru la distance entière, de manière à obtenir en moyenne le complet de chaque convoi.

Arrêtons-nous un instant sur l'importance de ces résultats; examinons quelles ont été pendant ces neuf années les causes de la fluctuation du coût par voyageur et par kilomètre, causes si importantes dans l'étude de la dépense d'exploitation des chemins de fer.

Pendant la première période du 5 mai au 31 décembre 1835, l'attrait de la nouveauté, bien naturel en pareil cas, amena au chemin de fer une quantité considérable de voyageurs : malgré la faible étendue de la ligne (20 kilomètres), 421,439 voyageurs inscrits, formant en totalité un chiffre de 7,699,691 transportés à 1 kilomètre, n'exigèrent qu'une dépense totale de 168,772 francs, ce qui donna pour chiffre de la dépense totale d'un voyageur transporté à la distance de 1 kilomètre, moins de *deux centimes et deux dixièmes*, soit 2,19.

Pendant la seconde période, Anvers ayant été relié à Bruxelles et l'affluence des voyageurs augmentant, la dépense moyenne fut encore moins élevée. La circulation des voyageurs par kilomètre ayant été triple de celle de l'année précédente et le matériel et le personnel des transports étant restés à peu près les mêmes pour la route entière que pour la première moitié, il n'y eut augmentation de frais que pour les objets de consommation seulement, tels que coke, graisse, etc., lesquels augmentent toujours en raison de la distance parcourue. De là, diminution considérable dans le chiffre des frais d'exploitation par voyageur, qui descendit à *un centime et six dixièmes*.

En 1837, quatre nouvelles sections (1) livrées à l'exploitation exigèrent chacune un personnel nouveau et un matériel distinct, et comme ces sections n'aboutissaient encore qu'à des localités peu importantes quant à la population, il résulta de ces trois causes une notable augmentation de dépense : le prix de revient du transport d'un voyageur à 1 kilomètre s'éleva de 1 centime six dixièmes à *deux centimes et sept dixièmes*. Cette progression se maintint encore en 1838, où

(1) La première est celle de Malines à Termonde (27 kil.), ouverte le 1er janvier. Les trois autres sections, celles de Malines à Louvain (24 kil.), de Louvain à Tirlemont (18 kil.), et de Termonde à Gand (30 kil.), furent ouvertes du 10 au 28 septembre. L'exploitation s'étendait par conséquent sur 139 kilomètres.

elle atteignit son maximum de *deux centimes et huit dixièmes*, résultat dû en partie à l'état de cinq nouvelles sections (1) livrées à la circulation encore en partie inachevées, afin de satisfaire l'impatience publique.

A partir de 1839, le service de l'exploitation devenu plus régulier, les dépenses diminuèrent. Bientôt le service des marchandises vint s'adjoindre à celui des voyageurs, sans que les frais généraux, ceux d'entretien de la route et ceux de perception en fussent sensiblement augmentés. Les frais diminuèrent donc en raison inverse de l'augmentation du nombre de lieues parcourues. Le prix de revient d'un voyageur transporté à 1 kilomètre fut réduit d'un demi-centime environ. Cette réduction aurait été bien plus considérable encore sans l'augmentation que l'on fit subir au prix des places inférieures, et qui eut pour résultat l'abandon presque complet, par le public, des voitures de troisième classe. Les réclamations de ce dernier ayant déterminé l'administration à rétablir l'ancien tarif, et l'essor du transport des marchandises s'étant encore accru en 1840, le chiffre de la dépense d'exploitation par voyageur descendit de 2 centimes trois dixièmes à *un centime six dixièmes*. Et cependant il est à remarquer que ce chiffre, quelque favorable qu'il soit, aurait été bien moins élevé encore, si l'on n'avait pas compris parmi les dépenses de transport celles occasionnées par l'établissement du service du camionnage.

Pour les deux dernières années il s'est manifesté une augmentation assez considérable dans le chiffre qui nous occupe. Mais, à part une légère différence dans le compte des frais de perception, occasionnée par la formation d'un personnel nouveau sur de nouvelles sections établies, l'augmentation porte essentiellement sur le chapitre des frais de traction et de transport, et s'explique par l'acquisition d'un matériel considérable destiné à assurer en toute occurrence la parfaite régularité du service (2). L'application du système de détente,

(1) Ces cinq nouvelles sections sont celles de Tirlemont à Waremme (27 kil.), de Waremme à Ans (19 kil.), de Gand à Deynze (16 kil.), de Gand à Bruges (44 kil.), et de Bruges à Ostende (24 kil.).

(2) Du 1er janvier 1840 au 30 novembre 1843, l'administration a fait l'acquisition de 61 locomotives, 67 tenders, 214 voitures de voyageurs, 264 wagons de service et de 1,185 wagons de marchandises.

faite à toutes les anciennes locomotives, a aussi contribué à l'élévation des frais de réparation du matériel.

Il résulte des considérations qui précèdent que les dépenses d'exploitation diminuent : 1° *en raison de l'extension du réseau* ; 2° en raison de *l'importance des convois*, laquelle permet d'utiliser la route et son matériel, sans augmentation sensible des frais généraux, des frais d'entretien du chemin et des dépenses de perception ; et 3° en raison du *bas prix des tarifs*, lequel a pour effet d'augmenter considérablement la circulation, parfois même les recettes, et de répartir en tout temps, sur un plus grand nombre de voyageurs, la totalité des frais d'exploitation.

§ 6.

APPLICATION A LA FRANCE.

Si maintenant on se demande ce que pourra coûter en France le service des grandes lignes dont la loi du 11 juin 1842 a réservé l'exploitation à l'intérêt privé, il est certain que les frais seront plus élevés qu'en Belgique, à cause de la différence qui existe en faveur de ce pays sur le prix des machines, celui des rails et celui du combustible. Toutefois cette différence, qui n'est guère que d'un cinquième, sera peu sensible si, par le moyen des bas tarifs, elle est répartie sur un grand nombre de voyageurs, et elle disparaîtra totalement si le droit, onéreux pour le pays, qui pèse sur l'importation des fers cesse d'être maintenu. Le seul désavantage sérieux pour la France, le seul dont on puisse tenir compte, consiste dans le peu de densité de sa population relativement à la Belgique ; différence d'un tiers environ et qui tend à faire conclure que, à tarif égal, la circulation sur les chemins de fer de France serait inférieure d'un tiers à celle des chemins de fer de Belgique. Toutefois rien ne prouve que cette circonstance, décisive en toute autre occasion, puisse exercer une grande influence sur un mode de communication qui a pour mérite principal l'annulation des distances; fixons cependant, afin de nous mettre au-dessus de la réalité, à un demi-centime par voyageur transporté à 1 kilomètre l'accroissement de dépense qui pourra résulter de la réunion de ces faits, et si nous prenons le chiffre de 2 centimes quatre dixièmes,

moyenne des dépenses pour la Belgique, nous aurons pour la France un total de 2 centimes neuf dixièmes, soit en chiffres ronds, *trois centimes par voyageur transporté à la distance d'un kilomètre.*

Comparons notre chiffre à celui que l'on obtient sur les chemins français déjà exploités. Sur les chemins de fer du Gard, les frais ne dépassent pas 1 centime sept dixièmes (1). Sur celui de Paris à Saint-Germain la moyenne varie entre 3 centimes un dixième et 3 centimes quatre dixièmes (2), à cause du peu d'étendue de la ligne et du nombreux matériel dont sa situation exceptionnelle lui a fait une loi de se pourvoir. Le chiffre du chemin d'Orléans ne s'élève jamais au-dessus de 2 centimes et demi par voyageur transporté à 1 kilomètre. Celui du chemin de Rouen ne nous est pas connu; mais la traction étant affermée par son directeur, M. Locke, au prix de 1 centime un quart, on peut évaluer que le chiffre total sera moindre de 2 centimes et demi. Ce chiffre de *deux centimes et demi* paraît donc devoir être la moyenne des frais d'exploitation sur l'ensemble des lignes dont se composera, aux termes de la loi du 11 juin 1842, le réseau des chemins de fer français.

Ceux d'entre ces chemins qui se trouvent établis dans des conditions moyennes, quant à leur tracé, pourront, avec cette dépense, donner à leurs convois une vitesse de 30 à 40 kilomètres à l'heure; ceux qui se trouveront dans des conditions moins avantageuses pourront encore ne pas dépasser ce chiffre, en diminuant un peu, ou leur vitesse ou le nombre de départs, et percevoir encore des bénéfices et un intérêt suffisants du capital employé. Du reste les améliorations nombreuses dont les locomotives sont journellement l'objet contribueront encore à réduire d'une manière considérable le chiffre des dépenses annuelles d'exploitation.

Quant à la part contributive des voyageurs dans le chiffre

(1) *Rapport de M. Talabot, directeur, pour l'année* 1842. Ce chiffre, singulièrement modéré, est dû principalement au prix peu élevé du combustible, lequel est produit sur les lieux mêmes.

(2) Rapports de l'administration pour 1841 et 1842. Il est à remarquer que, tandis que les frais d'exploitation ont baissé sur tous les chemins de fer pendant ces dernières années, ils sont restés stationnaires sur celui de Saint-Germain depuis les années 1838 et 1839.

des dépenses, il serait juste et équitable qu'elle fût graduée d'après le rang des places occupées. A notre avis, le voyageur de wagon ne doit servir qu'à couvrir les frais directs d'exploitation, tandis que les voyageurs en diligences ou en berlines doivent au contraire non-seulement acquitter tous les frais qui tombent à leur charge, mais laisser encore après eux le bénéfice destiné à couvrir l'intérêt des capitaux engagés dans l'établissement du chemin. La même division doit aussi s'établir par rapport aux marchandises et suivant leur valeur relative. Le chapitre des tarifs servira de conclusion à celui-ci. Mais jetons auparavant un coup d'œil rapide sur les différents modes d'exploitation, question si importante au point de vue des résultats économiques des chemins de fer ; chacun en effet comprendra que c'est du meilleur mode d'exploitation que dépend l'étendue des services que l'on est en droit de demander de l'application de ces voies nouvelles.

CHAPITRE III.

DES DIFFÉRENTS MODES D'EXÉCUTION ET D'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER.

Des différents modes d'exécution et d'exploitation. — Du mode d'exécution suivi en différents pays. — Du mode d'exécution et d'exploitation des chemins de fer en France.— Examen critique de la loi du 11 juin 1842. — Des compagnies financières non subventionnées. — Des compagnies fermières.

Par qui doivent être établies et exploitées les nouvelles voies de communication desservies par la vapeur, pour donner, dans la proportion la plus large, les résultats économiques et sociaux qui sont en elles? — C'est ce que nous chercherons à déterminer dans le cours de ce chapitre.

§ 1.

DES DIFFÉRENTS MODES D'EXÉCUTION ET D'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER.

Deux grands systèmes, avec des ramifications diverses, se trouvent en présence, le système d'exécution et d'exploitation par l'Etat, le système d'exécution et d'exploitation par l'industrie privée.

Lorsque le premier est suivi, c'est à l'aide du capital natio-

nal, avec le concours de tous les contribuables que l'entreprise s'effectue ; lorsque le second prévaut, les fonds employés sont fournis exclusivement par un certain nombre de capitalistes, réunis en association. Des conséquences fort différentes naissent de ces deux systèmes.

Dans le premier cas, et lorsque l'Etat exploite lui-même, on ne cherche pas à retirer des chemins de fer un bénéfice direct : l'objet principal, c'est qu'ils soient à la portée de toutes les classes et qu'ils travaillent par là à répandre l'aisance. Dans le second cas, les chemins de fer sont gérés dans l'unique vue des dividendes qu'ils pourront donner et qu'on tâche de rendre le plus considérables qu'il est possible.

Selon toute justice, les profits d'une opération quelconque doivent revenir à ceux qui y consacrent leurs capitaux et leur travail : si les chemins de fer sont établis à l'aide des capitaux de tous, il est juste qu'ils profitent à tous ; s'ils sont exécutés avec des capitaux particuliers, ils doivent profiter d'abord aux propriétaires de ces capitaux. L'intérêt général est ici complétement subordonné à l'intérêt privé : car si l'exploitant trouve avantage à élever le prix des transports, il n'hésite pas à le faire, sans rechercher si cette mesure s'accorde ou non avec les intérêts généraux de la société. La solution de toutes les questions économiques et sociales que soulève l'établissement des chemins de fer se trouve alors abandonnée au caprice de l'industrie privée, et l'on voit des associations particulières exercer une immense influence sur la marche même de la société.

L'exécution et l'exploitation des chemins de fer par l'industrie privée conduit donc à la constitution d'une féodalité financière, en ce que l'intérêt de tous est subordonné à l'intérêt de quelques-uns. C'est là le plus grand danger de ce système. Nous en signalerons plus loin les autres inconvénients, et nous essayerons de démontrer que le système d'exploitation par l'Etat est non-seulement de tous points préférable à celui-là, mais encore qu'il l'emporte sur toutes les combinaisons mixtes dont on a fait l'essai jusqu'à présent.

Avant d'entrer dans cet examen, nous croyons utile de jeter un coup d'œil sur les chemins de fer actuellement en exploitation, de rechercher quelle est leur influence sur l'économie sociale des pays qu'ils sillonnent, et d'examiner si cette

influence est diverse, selon qu'ils se trouvent exploités par l'Etat lui-même ou par des compagnies. Nous commencerons cette revue par l'Angleterre, qui la première a établi des chemins de fer et qui partage aujourd'hui avec la Belgique l'avantage de posséder un réseau à peu près complet de routes desservies par la vapeur.

§ 2.

DU MODE D'EXÉCUTION SUIVI EN DIFFÉRENTS PAYS.

Angleterre. Le système d'exécution et d'exploitation des chemins de fer par l'industrie privée a prévalu en Angleterre; l'intérêt d'une aristocratie puissante s'opposait à l'exécution des travaux publics par l'Etat. Jusqu'ici soixante-quinze lignes de railways, d'une étendue totale de 3,200 kilomètres, ayant coûté une somme totale du 1 milliard 704 millions, ont été exécutées aux frais des compagnies particulières, moyennant des concessions perpétuelles.

D'autres circonstances, particulières à la Grande-Bretagne, ont encouragé la création des grandes compagnies particulières. Ce sont d'abord les ressources considérables existant en dehors du gouvernement, puis ensuite l'esprit d'association plus développé dans ce pays que partout ailleurs. D'un autre côté, les difficultés naturelles contre lesquelles il fallait lutter étaient peu considérables, pendant que l'agglomération d'une population nombreuse et d'un grand nombre d'établissements industriels, d'une rare activité, garantissait un grand mouvement pour un parcours peu étendu.

Le système d'exploitation adopté jusqu'ici en Angleterre a fait des chemins de fer de ce pays une création à l'avantage exclusif des classes riches ou aisées. Les compagnies, maîtresses presque absolues de la viabilité intérieure, usent à leur gré du pouvoir presque discrétionnaire qui a été remis entre leurs mains; elles maintiennent leurs tarifs à des taux tels, que les classes pauvres ont été exclues du bienfait des communications nouvelles. Aussi le chiffre de la circulation n'est-il pas aussi élevé qu'on pourrait le supposer, eu égard à la richesse et à l'industrieuse activité des populations. M. Ed. Teisserenc ne l'a évalué pour 1840 qu'à 320 millions de voyageurs transportés à 1 kilomètre, soit le tiers environ de la circu-

lation du chemin de fer belge. Ce fait résulte principalement du taux élevé des tarifs, qui en général ne descendent guère au-dessous de 8 à 9 centimes par voyageur et par kilomètre. Quelques compagnies cependant ont établi des prix bas pour une certaine espèce de places, que l'on ne trouve guère que dans les exploitations britanniques. Nous voulons parler des *stanhopes*, sorte de wagons où les voyageurs sont obligés de se tenir debout comme des bêtes de somme. En général les compagnies anglaises refusent de transporter des voyageurs de troisième classe. Celles qui font exception à la règle commune et qui admettent des voyageurs de 3e classe ne les reçoivent, malgré un tarif de 8 et 9 centimes par kilomètre, que dans des voitures découvertes ou mal closes, faisant partie des convois de marchandises et ne circulant qu'à petite vitesse (4 lieues à l'heure). De plus, afin de rendre tout à fait illusoire cette espèce de concession, sur les 13 ou 14 départs journaliers, il n'y en a que deux où les voyageurs de wagons soient admis, et encore ces deux départs sont-ils fixés aux heures les plus incommodes (4 heures et demie du matin et 9 heures et demie du soir). Malgré toutes les représentations et remontrances de la presse, les compagnies se sont refusées à adopter envers les voyageurs des classes pauvres des dispositions moins inhumaines (1).

A la fin les abus de ce monopole sont devenus tellement intolérables, que des plaintes très-vives ont éclaté de toutes parts. Un habile écrivain, qui s'en est rendu l'écho, énumère ainsi, dans une brochure qui a fait sensation (*Railway Reform*), les justes griefs de l'intérêt public contre la manière dont les compagnies exercent leur monopole :

(1) Il est juste d'ajouter cependant que certaines compagnies font exception à la règle commune, et reçoivent les voyageurs de 3e classe sur les convois des voyageurs. Nous citerons en première ligne la compagnie de Manchester à Leeds, qui a classé ses tarifs de manière à obtenir le produit maximum par le maximum de circulation, et qui s'est attachée à tirer le meilleur parti possible de toutes les localités traversées par le chemin. Les autres chemins où les voitures de 3e classe sont toujours associées à celles des deux autres classes sont ceux de North-Midland, d'Eastern-Counties et de Northern-Eastern-Railway. Toutefois le prix des 3es classes y est encore très-élevé et dépasse 9 centimes.

1° Les tarifs exorbitants des principales lignes;

2° Les dépenses et les charges illégales assurées au public avec la certitude de l'impunité;

3° La violation et le mépris des réserves faites par la législature au profit de l'intérêt général;

4° La coalition des compagnies dont les lignes se touchent, coalition organisée dans le but d'élever leurs prix et de les maintenir réciproquement à un taux élevé;

5° Les vexations et avanies de toutes espèces dont les voyageurs des dernières classes ont à souffrir.

« Tous ces faits sont si bien établis, dit l'auteur, qu'il est à peine besoin d'insister à leur égard. Il en résulte qu'une réforme radicale est nécessaire, afin que le pays ne soit pas privé davantage des bienfaits que l'établissement des chemins de fer devait lui procurer. » Le même vœu avait déjà été émis par sir Robert Peel dans l'enquête ouverte à ce sujet dans le parlement anglais en 1840. L'auteur du *Railway Reform* ne s'est pas borné à l'émission d'un vœu stérile; il a formulé un plan de rachat de toutes les lignes exploitées en Angleterre par les compagnies. Si ce plan hardi, dont nous exposons plus loin le résumé, s'exécute, le gouvernement deviendrait maître de la viabilité intérieure, sans avoir à supporter aucune dépense extraordinaire, et le peuple, débarrassé des lourds tarifs qui l'empêchent de se déplacer selon ses besoins, voyagerait plus fréquemment et à meilleur marché. On peut affirmer du reste que, soit de cette manière ou de toute autre, l'Angleterre finira par se débarrasser un jour du joug tyrannique des compagnies.

Etats-Unis. Aux Etats-Unis, comme en Angleterre, l'exécution et l'exploitation des chemins de fer ont été généralement confiées à des compagnies. Néanmoins l'application du même système a produit dans ces deux pays des conséquences fort différentes : dans la Grande-Bretagne, où le gouvernement se trouve entre les mains de l'aristocratie et de la bourgeoisie, les chemins de fer sont exclusivement à l'usage de ces deux classes; aux Etats-Unis, où le peuple est souverain, ils sont au service du peuple. L'avantage particulier des compagnies s'unit en Angleterre à l'intérêt de l'aristocratie et de la haute bourgeoisie, tandis qu'aux Etats-Unis il s'identifie presque entièrement avec l'intérêt du peuple.

En effet, si le peuple des Etats-Unis consent volontiers à payer des prix de transport élevés, parce qu'ils sont en rapport avec sa fortune, il souffre assez impatiemment que les compagnies exploitantes retirent de gros bénéfices du monopole dont elles jouissent. Dans les Etats de New-York et du Massachussets, par exemple, dès qu'un chemin de fer rapporte plus de 10 pour cent à la compagnie propriétaire, l'Etat entre en partage avec elle pour le surplus, ou bien, quand elle le préfère, on abaisse le tarif jusqu'à ce que l'on revienne à ce chiffre de 10 pour cent. Or il est bon de savoir que dans l'Etat de New-York le taux légal de l'intérêt dépasse souvent 7 pour cent. Ainsi on ne laisse guère aux compagnies plus de 3 pour cent de bénéfice net.

D'autres Etats procèdent différemment : ils prennent un grand nombre d'actions dans les entreprises de chemins de fer, et ils s'assurent de la sorte une influence prépondérante dans le sein même des sociétés. Ainsi, en Virginie et dans la Caroline du Sud, la règle est que les deux cinquièmes, souvent même les trois cinquièmes du capital soient fournis par l'Etat. Le canal de la Chesapeake à l'Ohio et le chemin de fer de Baltimore à l'Ohio, qui sont l'un et l'autre des artères importantes, quoique confiés à des compagnies, s'exécutent presque entièrement avec les fonds des Etats intéressés. Des faits semblables se sont reproduits dans la Géorgie. Dans le Kentucky, l'Etat a pris presque tout à son compte.

Quelquefois aussi les relations des Etats avec les compagnies deviennent l'occasion de combinaisons financières qui méritent d'être rapportées.

Les Etats de l'union américaine forment, on le sait, autant de petites républiques, ayant chacune leur administration et leur budget, gouvernées par des parlements particuliers et rattachées plus ou moins solidement les unes aux autres par un lien fédératif. Leur intérêt général est de rester étroitement unis ; mais souvent il y a divergence entre leurs intérêts accidentels particuliers. De là un esprit de rivalité et d'antagonisme qui se manifeste avec toute l'étroitesse et l'inintelligence de l'esprit de clocher.

Citons de ce fait un cas relatif à notre sujet, tiré de l'histoire des chemins de fer de l'Union.

Les Etats de Philadelphie et de New-York, tous deux riches

et industrieux, entretiennent l'un avec l'autre des relations très-importantes. Le petit Etat de Jersey, qui les sépare, est leur intermédiaire obligé. Les législateurs de cet Etat ont songé à exploiter aux dépens de leurs voisins le bénéfice de cette situation, et ils ont imaginé de garantir, pendant 46 ans, à une compagnie le monopole du transport sur la partie de la ligne (1) traversant leur domaine. Ce monopole s'exerce moyennant une somme de 363,000 francs, prélevés en actions, et un impôt de 15 centimes par tonne de marchandises et de 53 centimes et demi par voyageur, impôt exorbitant dont le commerce de New-York supporte presque tout le fardeau.

C'est là, comme on voit, un moyen nouveau d'établir des droits de transit, sans élever les barrières douanières, et de tirer un excellent parti d'une situation avantageuse que le hasard a fait naître.

La conclusion de tous ces faits est facile à saisir. — Si l'union américaine abandonne le monopole de la locomotion à la vapeur à l'industrie privée, une lutte incessante aura lieu inévitablement entre les compagnies propriétaires et les Etats particuliers. Lorsque les compagnies retireront de gros bénéfices de leurs entreprises, le peuple voudra entrer en partage avec elles (ce qui arrive déjà); les concessionnaires opposeront nécessairement une vive résistance aux prétentions de la démocratie, ils défendront leurs propriétés. De ces débats surgiront peut-être des perturbations dangereuses et des troubles semblables à ceux que l'institution des banques a occasionnés tout récemment en Amérique. Sans doute le peuple finira par l'emporter; mais ce sera par la violation du droit acquis, ce qui est une triste manière de triompher. Si au contraire le peuple respecte le droit acquis, s'il laisse les compagnies, dont les concessions sont perpétuelles, maîtresses de gouverner les tarifs à leur gré, l'exploitation des chemins de fer donnera naissance à des fortunes exorbitantes; un dangereux monopole sera livré à des associations de spéculateurs, et la démocratie américaine ira peut-être se briser contre l'écueil de la féodalité industrielle.

(1) D'Amboy à Cambden.

Déjà, dans ce pays, on en est venu à se bien rendre compte de cette situation ; on commence à comprendre que si les bénéfices de l'exploitation des chemins de fer sont déjà considérables aujourd'hui, ils s'accroîtront inévitablement dans d'énormes proportions, lorsque les vastes et fertiles territoires de l'Union seront entièrement peuplés. Ces considérations d'avenir, dont les économistes américains ont su apprécier l'importance, jointes à l'expectative à peu près certaine de bénéfices à réaliser dans le présent, ont déterminé la plupart des Etats nouveaux de l'Ouest à exécuter et à exploiter eux-mêmes leurs chemins de fer (1). Ce fait ne nous paraît pas moins significatif que la réaction qui a lieu aujourd'hui en Angleterre en faveur du système d'exécution par l'Etat. Du reste nous reviendrons, dans le chapitre suivant, sur les conditions économiques de l'exploitation des railways américains.

Allemagne. Comme l'Angleterre et les Etats-Unis, l'Allemagne a accueilli les chemins de fer avec une grande faveur. Leur apparition y a fait naître même des sentiments et des espérances qui ne se rapportent pas uniquement à la question d'amélioration matérielle : les populations allemandes se bercent, non sans quelque raison peut-être, de l'espoir que la circulation des personnes et des choses hâtera chez elles l'avénement des idées.

Les gouvernements n'ont pas sans doute envisagé la question des chemins de fer au même point de vue que leurs peuples ; mais ils ont su en apprécier l'importance matérielle, et n'ont rien épargné pour doter leurs Etats de ce puissant instrument de bien-être.

En Allemagne, l'exécution des chemins de fer par l'Etat a été la règle généralement suivie. Là où l'Etat n'a pas exécuté lui-même, il est rare qu'on ait pu se passer de son concours.

Plusieurs Etats de l'Allemagne du Nord font cependant exception à la règle commune. La Prusse, que dirige encore l'esprit dominateur du grand Frédéric, s'est surtout préoccupée des résultats politiques qui résulteraient pour elle de l'établissement des chemins de fer. Mais son gouvernement, dépourvu

(1) Tel est le cas pour l'Ohio, l'Indiana, l'Illinois.

de grandes ressources financières, a recherché avant tout le bon marché et la célérité d'exécution; des concessions perpétuelles ont été accordées à des capitalistes, qui, réunis en sociétés, ont entrepris sans aucune subvention l'établissement des grandes lignes dont le gouvernement désirait l'exécution. Celui-ci s'est réservé seulement le droit d'intervenir dans la fixation des tarifs après l'amortissement du capital.

En Autriche, comme en Prusse, la construction des chemins de fer a été commencée par des compagnies qui ont obtenu des concessions perpétuelles. Mais l'exploitation des railways ne présente pas des avantages égaux dans les deux pays. En Prusse, où la population est pauvre et clair-semée, les tarifs ont dû être fixés à des taux modérés; mais en Autriche, où la population est plus pauvre encore et disséminée sur un plus vaste espace, les compagnies ont été obligées de se contenter de tarifs extrêmement bas, pour n'obtenir encore cependant qu'une circulation médiocrement active. Souvent le prix des dernières classes descend à 2 centimes et demi par kilomètre, et quelquefois le prix des places ne dépasse pas 2 centimes (*chemin de Lintz à Gmuden*); aussi la plupart des compagnies ont-elles fait de mauvaises affaires. Dans leur détresse, elles ont adressé au gouvernement une demande de subvention; mais le gouvernement, ayant refusé de venir à leur aide (1), a repris pour son compte l'exécution des travaux commencés.

(1) Voici ce qu'il leur a été répondu : « Le gouvernement, après avoir pesé mûrement tous les moyens qu'il a cru propres à appuyer les entrepreneurs de chemins de fer, comme, par exemple, de leur accorder des avances, de payer une partie des frais, de prendre un certain nombre d'actions, de garantir les intérêts, a reconnu et acquis la conviction : 1° qu'on n'était pas sûr d'atteindre par ces moyens le but vers lequel on tend, et qu'il en résulterait les plus grandes complications; 2° que l'Etat devrait dans tous les cas prêter son crédit, et que ce ne serait conséquemment pas les sociétés, mais bien l'Etat qui fournirait les moyens d'exécuter les travaux. » De tous ces faits résultaient évidemment l'inutilité des compagnies et la possibilité pour l'Etat de les remplacer dans leur exploitation. Il est à remarquer que ces demandes étaient empreintes d'une modération que l'on rencontre bien rarement dans les compagnies des autres Etats : c'était une simple garantie de 3 pour cent sans amortissement. Qu'aurait dit la cour de Vienne en présence des exigences de nos

Toute l'activité du gouvernement autrichien est en ce moment concentrée sur l'exécution de deux immenses lignes de chemins de fer, dont il a décrété l'établissement en décembre 1841 : l'une relie la frontière bavaroise aux frontières de Pologne; l'autre met en rapport Trieste et Hambourg, de manière à établir à travers l'Allemagne une communication de la Méditerranée à la mer du Nord, et à faire concurrence à la communication que la France se propose d'établir entre ces deux mers. Deux autres lignes, construites aux frais de l'Etat, s'achèvent également : ce sont celles de Vienne à Prague et à Monza. Quant à la ligne de Milan à Venise, à peu près terminée, sa construction a eu lieu par une compagnie ; mais le gouvernement s'est réservé la faculté d'en opérer le rachat, au moyen d'obligations à 4 pour cent.

A l'exemple de la Prusse, la Saxe et la Hesse se sont soumises au régime des compagnies (1), tandis que la Bavière, le Wurtemberg, le Hanovre et le grand-duché de Bade ont entrepris l'exécution de leurs chemins de fer, qu'ils exploitent eux-mêmes au grand avantage des populations.

financiers? — Mais poursuivons l'énumération des inconvénients que la cour de Vienne regarde comme inhérents au régime des compagnies. « Les compagnies particulières ne se formant que dans le but de réaliser un gain probable, il est évident qu'elles ne peuvent se constituer dès qu'il s'élève des doutes sur le succès. Ainsi le principe qui leur sert de règle, c'est *l'intérêt privé*, c'est la réalisation du plus grand lucre possible, et quand bien même on pourrait en même temps atteindre un but plus élevé, celui-ci sera toujours subordonné au premier. Le gouvernement pourrait-il se montrer indifférent, alors qu'il s'agit des moyens de communication les plus importants, alors que la direction seule d'une ligne est destinée à exercer la plus grande influence sur des provinces entières. » Il y a dans ce manifeste, il faut en convenir, plus d'une leçon dont la France pourrait faire son profit.

(1) Toutefois les faveurs accordées dans ces Etats aux compagnies sont médiocres, et elles sont diminuées encore d'une manière assez sensible par les charges assez lourdes qu'imposent les gouvernements. En Prusse, les compagnies sont astreintes à transporter gratis et à chaque convoi le chargement d'un certain nombre de voitures. En Saxe, le gouvernement s'est réservé une remise de 25 pour cent sur les transports qu'il ferait opérer par les compagnies pour le compte du public.

Belgique. Les chemins de fer sont un des plus beaux titres de gloire de la jeune Belgique de 1830. Ce petit Etat, dont les ressources sont si bornées, a donné tout à la fois dans cette question un remarquable exemple d'audace et une preuve de profonde sagacité. Pendant que les grandes nations du continent accueillaient encore avec défiance les nouvelles voies de communication à la vapeur et se bornaient à en discuter les avantages présumés, la Belgique, sortie à peine d'une crise politique et industrielle, d'une gravité dont l'histoire offre peu d'exemples, a consacré, sans hésiter, une somme de 150 millions à l'établissement d'un chemin de fer national. Elle n'a pas craint de passer par les expériences coûteuses et de subir les éventualités défavorables que renferme toute invention nouvelle. — D'immenses avantages financiers, politiques et sociaux ont été le résultat de cette courageuse initiative.

Pendant les premières années, les chemins de fer belges ne rapportèrent au trésor que d'insuffisants bénéfices : construits et exploités aux frais de l'Etat, leur produit net ne s'éleva qu'à 2 et demi et 3 pour 100, taux insuffisant pour couvrir d'une manière régulière l'intérêt du capital d'établissement. L'excédant de la recette sur les dépenses courantes atteint aujourd'hui 4 pour 100 (1), et il s'accroît d'année en année à tel point, que le moment n'est pas éloigné où les chemins de fer, loin d'être, comme en France et dans la plupart des pays soumis au régime des compagnies, une charge pour le trésor public, deviendront pour lui au contraire une source régulière de revenus.

Voilà pour les résultats financiers. Quant aux résultats économiques ou sociaux, ils paraîtront bien plus considérables encore, si l'on considère que le succès financier s'est réalisé avec un tarif extrêmement réduit, et que l'on voyage sur les chemins de fer de Belgique à raison de 14 centimes à l'heure, c'est-à-dire à un taux inférieur au modeste secours que la loi accorde à l'indigent qui retourne dans son village. A ce compte, il devient onéreux d'aller à pied ; ce qui explique

(1) *Rapport sur l'exploitation des chemins de fer en* 1844, présenté aux chambres par M. Deschamps, ministre des travaux publics de Belgique.

comment, dans ce pays, le nombre relatif des voyageurs est trois fois plus considérable qu'en Angleterre.

Du bas prix des tarifs résulte, pour le public tout entier, une économie considérable sur les frais de voyage, jointe à une grande économie de temps. M. Ed. Teisserenc et après lui M. Michel Chevalier, dans son *Cours de* 1843-1844, ont évalué comme suit la somme que représente cette double épargne, en y comprenant l'économie correspondante au service des marchandises.

« Si l'on calcule pour les voyageurs une économie des deux tiers sur les frais de voyage et des trois cinquièmes sur le temps, et que, pour l'évaluation du temps, on estime la journée moyenne de dix heures de travail à 2 francs 25 centimes, si en outre on tient compte pour les marchandises d'une économie d'un tiers sur le prix du transport, l'économie de temps étant négligée en ce qui les concerne, on trouve que les chemins de fer belges, en 1840, ont épargné au public une somme de près de 11,000,000, savoir :

Economie d'argent sur les personnes. . . .	8,093,900 fr.
— de temps sur les personnes. . . .	2,199,400
— d'argent sur les marchandises. .	644,000
Total.	10,937,300

» Comparé au chiffre de la population des provinces traversées par ces chemins, ce total répond à une moyenne de 3 francs 64 centimes par habitant. La quotité moyenne de l'impôt, en Belgique, étant de 23 francs 50 centimes par tête, l'économie produite par l'établissement des chemins de fer s'élevait donc, en 1840, au *septième de l'impôt;* elle équivaut ainsi à un dégrèvement du septième opéré sur le budget. Sur notre budget de près d'un milliard et demi, ce ne serait rien moins que le retranchement d'une somme annuelle de plus de *deux cent vingt millions de francs.*

» Ces résultats sont ceux de l'exercice 1840. Ceux des années suivantes ont été plus remarquables encore ; ils le deviennent de plus en plus. Ainsi, en 1842, l'économie produite au pays,

en l'établissant sur les mêmes bases, s'élève à 12,685,910 fr. (1); c'est *un sixième* de plus qu'en 1840. Et maintenant nous le demanderons : Est-il des réformes de budget plus fécondes que les travaux publics ainsi exécutés et administrés par les gouvernements? Quelles créations seraient plus dignes d'exciter la sollicitude des véritables amis du peuple » (M. Chevalier, *Cours d'écon. polit.*, 2e année)?

Les résultats politiques que les chemins de fer ont donnés déjà et ceux qu'ils promettent encore à la Belgique ne sont pas moins dignes d'attention. A l'intérieur, ils ont efficacement contribué à consolider la nationalité belge, en rapprochant des populations divisées de longue main par des antipathies de mœurs et de langage. A l'extérieur, leur influence semble devoir être plus importante encore : lorsque la grande ligne de Paris au Rhin sera terminée, la Belgique, interposée naguère comme un mur bastionné entre la France et l'Allemagne, deviendra le trait d'union qui rapprochera ces deux pays. Après être demeurée si longtemps un champ de guerre, elle ne sera plus désormais qu'une terre d'alliance et de paix.

Mais la Belgique doit à son chemin de fer plus que des avantages matériels et politiques, elle lui doit la réalisation d'un grand et immuable principe de justice sociale. Ce principe, que nous voudrions voir appliqué à la France, qu'*une entreprise exécutée avec les capitaux de tous doit profiter également à tous*, a reçu une application féconde dans la graduation du tarif. Malgré les réclamations de certains calculateurs égoïstes qui envisageaient l'entreprise uniquement au point de vue

(1) Savoir :

Economie d'argent sur les personnes. . . .	9,368,600 fr.
— de temps sur les personnes. . .	2,463,400
— d'argent sur les marchandises. .	853,900
Total de l'économie produite au pays.	12,685,900 fr.

La même marche ascendante se reproduit pour les exercices 1843 et 1844, et dans une plus forte proportion pour ce dernier que pour aucun de ceux qui l'ont précédé. Et pourtant qu'est l'économie ainsi obtenue en comparaison de l'immense valeur créée par le travail à la faveur de ces communications multipliées, faciles et rapides?

financier, ce tarif a été fixé dès l'origine de manière à rendre le chemin de fer accessible à toutes les classes de la société. Le gouvernement n'a voulu que retirer l'intérêt du capital engagé dans l'entreprise. Il a pensé que le plus sûr moyen d'activer et d'étendre le commerce, c'était d'abolir les charges onéreuses qui pèsent sur lui par le fait du prix du transport; que le meilleur moyen d'accroître l'aisance et de soulager la condition des travailleurs, c'était de mettre à la portée de tous les moyens de transport et de déplacement.

C'est ainsi que, dès son origine et par son mode d'exploitation, le chemin de fer belge est devenu véritablement un monument national et qu'il tend à développer de jour en jour davantage les éléments de richesse et de bien-être que possède ce pays.

§ 3.

DU MODE D'EXÉCUTION ET D'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER EN FRANCE.

La France a fait de l'éclectisme dans la question des chemins de fer: elle a essayé un peu de tous les systèmes. Après s'être tenue pendant assez longtemps au régime des concessions perpétuelles, elle a fini par adopter des systèmes mixtes dans lesquels la part faite à l'industrie privée a été de jour en jour plus restreinte. Pour peu qu'elle continue à suivre cette impulsion, elle ne tardera pas d'arriver au système rationnel d'exécution et d'exploitation par l'Etat.

Cette prévision peut jusqu'à un certain point se justifier par la marche suivie dans les concessions accordées depuis l'introduction en France de la locomotion à la vapeur. Nous citerons quelques-unes de ces concessions :

DÉSIGNATION DU CHEMIN.	ANNÉE de la concession.	DURÉE de la concession.
De Saint-Etienne à Andrezieux.	1823	Perpétuelle.
De Saint-Etienne à Lyon.	1826	id.
D'Andrezieux à Roanne.	1828	id.
De Paris à Saint-Germain..	1835	99 ans.
De Paris à Orléans.	1838	id. (1)
De Strasbourg à Bâle.	1838	70 ans.
De Paris à Rouen.	1840	id. (2)
D'Orléans à Bordeaux.	1844	27 ans (3).
De Montpellier à Nimes..	1844	12 ans (4).

(1) Avec garantie d'un minimum d'intérêt de 4 pour cent.
(2) Avec prêt par l'Etat d'une somme de 14 millions à 3 pour cent.
(3) Exécution par l'Etat et exploitation par une compagnie financière fournissant le matériel.
(4) Exécution par l'Etat et exploitation par une compagnie fermière.

Il y a progrès, comme on voit, dans les systèmes successivement adoptés : de la simple location de la voie à l'exploitation par l'Etat la distance est moins grande assurément que de la concession à perpétuité au bail de douze ans. C'est que, quoi qu'on fasse, la lumière commence à pénétrer dans les replis obscurs de la question des chemins de fer ; c'est que le pays apprécie chaque jour davantage l'importance de ces puissants véhicules de locomotion et le danger qu'il y aurait à en abandonner la possession à des associations privées.

Cependant il se peut que ce retour aux véritables principes d'une sage économie ne s'accomplisse pas encore de sitôt : trop de gens malheureusement ont intérêt à ce que la lumière ne se fasse point. Le gouvernement lui-même ne craint pas de sacrifier à des préoccupations que chacun déplore (1) et

(1) On sait assez qu'en retour de quelques promesses électorales le gouvernement du 29 octobre a remis entre les mains des hommes de bourse (des *loups-cerviers*, comme les appelait plaisamment le spiri-

son propre intérêt et celui du pays. Mais l'opinion publique, de jour en jour mieux éclairée, se prononce enfin ouvertement contre le désastreux système que l'on veut nous imposer. Quelques efforts encore, et peut-être la France pourra-t-elle bientôt se débarrasser entièrement des entraves que l'on suscite aux développements de son industrie et à son commerce.

Déjà en France, comme ailleurs, le public a eu à se plaindre des compagnies. Celles-ci en effet, mettant à profit, comme c'était leur droit du reste, toutes les circonstances qui pouvaient leur procurer de gros bénéfices, ne se sont jamais attachées de donner à leurs entreprises aucun caractère d'utilité publique. Au contraire elles ont cherché à leur donner celui d'utilité exclusive, par le soin qu'elles ont pris d'en éloigner, par tous les moyens en leur pouvoir, les voyageurs de la troisième classe (1). C'est ainsi que, indépendamment de leur obstination de ne couvrir ni fermer les voitures de troisième classe, elles joignent encore la précaution de n'admettre les voyageurs de

tuel M. Dupin) les énormes bénéfices de l'exploitation des chemins de fer. De ce compromis, ou plutôt de cette coalition d'intérêts d'argent et d'intérêts de portefeuille, est née la loi mixte du 11 juin 1842, en vertu de laquelle s'achète, à des conditions onéreuses, le concours plus ou moins utile des gros financiers. Ceux-ci ont mis la main sur la riche proie qui leur était offerte, et, selon toute probabilité, ils ne s'en dessaisiront qu'après que le vœu du pays se sera manifesté avec assez d'énergie pour contraindre le gouvernement à revenir sur des faits que la moralité publique qualifie de jour en jour plus sévèrement.

(1) A ce sujet voici comment s'exprime l'un des organes du système des compagnies financières : il s'agit du chemin de Paris à Orléans. « Nous avons, dit-il, été témoins du refus de billets de troisième classe, par le motif que le nombre *fixé par l'administration* était déjà délivré... Ces voyageurs prirent alors des billets de deuxième place et allèrent se placer dans les *voitures de troisième classe qui étaient loin d'être remplies* » (*Journal des chemins de fer*, juin 1843). La presse retentit fréquemment du récit constaté de semblables manœuvres.

Quant au nombre des billets *fixé* par l'administration du chemin d'Orléans, il est bon d'ajouter que cet abus n'est que la stricte observation des clauses du cahier des charges adopté *par les chambres*, et portant qu'UN CINQUIÈME seulement *de la totalité des places sera réservé aux voyageurs de troisième classe.*

ces voitures que pour un petit nombre de départs. Il y a *dix* départs par jour sur le chemin de Rouen pour les voyageurs de première classe; il n'y en a que *quatre* pour ceux de la dernière.

Des faits d'un autre genre ont été de même signalés: des combinaisons illicites, ayant pour objet de favoriser certains industriels au détriment de leurs concurrents, ont été essayées dans le transport des marchandises. Un journal dont le dévouement aux compagnies n'est pas douteux, le *Journal des chemins de fer*, rapportait il n'y a pas longtemps (*numéro du* 13 *janvier* 1844) un fait de cette nature, qui s'est produit sur le chemin de fer de Lyon à Saint-Etienne. Nous citons. « Sous prétexte d'améliorer le chemin, de renouveler et d'accroître le matériel, on s'est livré à des dépenses énormes, qui ont eu pour résultat de faire paraître mauvaise la situation de la compagnie, qui ne payait pas de dividende, et d'exciper de cette position, en apparence mauvaise, pour repousser toutes les plaintes, toutes les réclamations du commerce, ainsi que pour réclamer et pour obtenir, en dernière analyse, une augmentation de tarif qui pèse lourdement sur l'industrie de la moitié de la France, puisqu'elle porte sur les *houilles dont se nourrissent toutes les machines de nos manufactures, toutes les forges de ses ateliers.* — Il peut sembler étrange, impossible même, ajoute ce journal, qu'une compagnie agisse ainsi à son propre détriment pour le seul plaisir de nuire au commerce. Voici le mot de l'énigme, tel qu'il ressort d'un nombre infini de procès engagés devant les tribunaux de Lyon et de Saint-Etienne contre le railway en question.

» Les personnes habiles qui dirigent cette entreprise sont toutes plus ou moins *intéressées dans un certain nombre de houillères* qui bordent le chemin, et elles s'arrangent, au moyen de règlements d'administration intérieure qu'elles rédigent elles-mêmes, de manière à donner toujours la préférence aux produits de ces houillères, soit dans la délivrance des wagons, soit dans l'admission des voitures des extracteurs, soit dans les réceptions de ports secs, soit dans l'exercice du droit d'embranchement; de telle sorte qu'en définitive *elles exploitent le chemin à leur profit et au détriment des petits actionnaires de leur propre compagnie*, qui n'ont point accès au conseil ni même aux assemblées générales, aussi bien que contre les

intérêts des extracteurs de houilles *non associés avec eux.* »

Des abus absolument identiques ont eu lieu encore dans l'exploitation des chemins de fer d'Orléans et de Rouen. Les administrateurs de ces chemins ont été accusés et convaincus d'accorder des prix de transport de faveur à certains industriels et de lever ainsi de véritables *droits différentiels* sur le commerce. Des précautions ont été prises à la vérité contre ces abus; mais n'est-il pas toujours facile d'éluder les défenses de l'administration, et, lorsqu'une porte est laissée au mensonge et à la fraude, n'est-il pas tout simple qu'elle s'ouvre?

Dans un discours prononcé à la fin de la dernière session, M. Garnier-Pagès a fort bien envisagé cette face de la question et démontré à la chambre que les tarifs des chemins de fer pourraient devenir entre les mains des compagnies de dangereux tarifs douaniers.

« .... Vous avez, dit l'honorable député de Marseille, une expérience déjà faite, celle des chemins de Rouen et d'Orléans. Vous avez dit que le prix serait un pour tous, vous l'avez inséré dans vos lois; eh bien! cela ne se fait pas et ne peut pas se faire. Sur les deux chemins dont je parle, le cours des prix est différent; il y a des traités différents, et vous ne pouvez avoir de garantie suffisante contre ceux-mêmes qui violent la loi.

» Les tarifs de chemins de fer devront agir sur les marchandises comme agissent aujourd'hui les tarifs de douanes. Je vous vois tous les jours, sollicités par vos arrondissements, par les différentes villes commerçantes et manufacturières, vous débattre longuement, pendant des années, contre les chiffres plus ou moins élevés des droits de douanes; et quand il s'agit de la même question, quand il s'agit des prix de revient de marchandises, sans comprendre l'importance de ce grand fait, vous allez immédiatement mettre dans la main d'individus sans nom, sans responsabilité, votre commerce et votre industrie, et vous faites cela, je le répète, alors que vous apportez une si vive sollicitude dans la rédaction de vos lois de douanes.

» Je vous le demande, que diriez-vous si quelqu'un venait vous proposer de mettre les droits de douanes entre les mains de fermiers, avec la faculté de hausser ou de baisser les tarifs? Est-ce qu'à l'instant même vous ne vous soulèveriez pas contre une pareille idée? Je le demande enfin à MM. les membres de la commission des douanes, si dans ce

moment-ci on venait leur proposer de mettre la question de douanes entre les mains d'une compagnie qui aurait la faculté pour les uns et pour les autres *d'abaisser les tarifs à son gré, de les élever, de les changer*, n'y aurait-il pas un *tolle* général dans la chambre? Eh bien! c'est cependant ce que vous allez faire... »

Il serait fastidieux d'analyser en détail les différentes combinaisons proposées ou essayées en France pour l'exécution et l'exploitation des chemins de fer. Nous nous bornerons à examiner les principales conditions du mode introduit par la loi du 11 juin 1842, en laissant au lecteur le soin de décider si cette grande charte des chemins de fer français a bien mérité les médailles de grand module que l'administration a fait frapper en son honneur.

§ 4.

EXAMEN CRITIQUE DE LA LOI DU 11 JUIN 1842.

Dans cette combinaison du 11 juin 1842, les frais d'établissement du fonds du chemin demeurent à la charge de l'Etat, ceux de la pose des rails, de l'achat du matériel d'exploitation, etc., sont mis au compte des compagnies. On évalue les premiers aux sept douzièmes et les seconds aux cinq douzièmes de la dépense totale, et l'on compte généralement que l'Etat devra débourser 700 millions pour l'exécution du réseau entier, et les compagnies 500 millions.

L'Etat demeure propriétaire des chemins de fer, mais il en abandonne l'exploitation aux compagnies pendant une période de trente à quarante années, sans exiger aucun intérêt pour les sommes déboursées par lui. Au bout de cette période il est remis en possession des différentes lignes, à la charge de rembourser aux compagnies la valeur du matériel d'exploitation et de la voie ferrée (1).

Ainsi, dans cette combinaison, l'Etat ne dépense directement que 700 millions au lieu de 1,200 millions qu'il aurait à débourser s'il voulait se charger seul de l'exécution et de l'ex-

(1) On sait que les chambres, dans la dernière session de 1844, ont refusé de sanctionner cette disposition relativement au remboursement de la valeur des rails.

ploitation des chemins de fer. Examinons cependant combien lui coûte cette prétendue économie, sur laquelle viennent s'appuyer les plus gros arguments des défenseurs de la loi du 11 juin.

L'Etat consent à ne retirer aucun intérêt de la somme de 700 millions qu'il consacre à l'établissement des lignes de fer. Ne possédant pas cette somme, il est obligé de l'emprunter, et par conséquent d'en payer le loyer.

L'intérêt ou le loyer de la somme de 700 millions de francs, à 4 pour cent, donne 28 millions.

La durée des baux stipulés en faveur des compagnies étant de 30 à 40 ans, soit, en moyenne, de 35 ans, l'Etat perd donc 28×35 ou 980 mill.

Ces 980 millions constituent bien une perte sèche, effective, puisque l'Etat sera obligé de payer régulièrement chaque année l'intérêt à 4 pour 100 de la somme de 700 millions qu'il aura empruntée. Que s'il n'emprunte pas cette somme, s'il la prend sur l'impôt, le résultat demeurera évidemment le même: l'intérêt des valeurs prélevées sur la fortune publique ne cessant jamais de courir, quel que soit le mode employé pour opérer ce prélèvement.

Supposons maintenant que l'Etat, au lieu de réclamer le secours onéreux de l'industrie privée, se fût décidé à exécuter et à exploiter lui-même ses chemins de fer; quelle eût été, en ce cas, sa dépense?

Il aurait eu à débourser d'abord non pas 700 millions, mais 1,200 millions pour la mise en exploitation des différentes lignes. En admettant qu'il eût emprunté à 4 pour cent cette somme de 1,200 millions (et l'on sait que le crédit de la France est assez bien établi aujourd'hui pour qu'elle puisse emprunter à ce taux et même plus bas), il aurait dû payer annuellement pour intérêts la somme de 48 millions, soit en 35 ans, durée moyenne des baux. . . . . 1,680 mill.

ou 700 millions de plus que dans la combinaison du 11 juin.

Mais les chemins de fer donnent un produit, un revenu. Dans quelques pays même ce revenu est assez élevé pour couvrir l'intérêt du capital consacré à leur établissement, quelquefois même il le dépasse de beaucoup. Voyons à quelle somme il peut être approximativement évalué en France, recherchons quel intérêt il produira au capital d'établissement :

En Belgique, où les tarifs sont très-bas, et par conséquent désavantageux sous le rapport du produit direct, les chemins de fer rapportent aujourd'hui 4 pour 100 net (capital dépensé 143,221,949 fr.; produit net pour 1844, 5,465,063 fr.).

En Angleterre, où les tarifs sont plus élevés, les chemins de fer rapportaient de 5 à 12 pour 100 net (capital dépensé 1,504,000 fr.; produit net 74,000,000 de fr.).

La Belgique est le pays qui peut nous fournir les meilleurs éléments de comparaison dans la question des chemins de fer. Les frais d'établissement du railway belge s'élèvent à 285,000 fr. par kilomètre. — Les ingénieurs s'accordent à dire que ceux des chemins de fer de France ne dépasseront guère cette somme. — Quant aux frais d'exploitation, nous avons vu qu'ils ne peuvent différer d'une manière bien sensible, les éléments qui les composent se trouvant soumis à peu près aux mêmes conditions dans les deux pays. Il n'y aurait d'exception à faire que pour le combustible, dont le prix est un peu plus élevé en France; mais cette différence ne donnerait aujourd'hui que des résultats presque insignifiants, eu égard aux économies considérables que l'on est parvenu successivement à réaliser dans l'emploi de ces éléments de la vitesse.

La seule différence véritablement importante dont il faille tenir compte dans ce calcul comparatif consiste dans l'inégalité de densité des populations des deux pays. La Belgique possède 1,910 habitants par lieue carrée, tandis que la France n'en compte que 1,236, soit un tiers de moins. D'où il résulte que, à tarif égal, la circulation sur les chemins de fer de France serait inférieure d'un tiers à celle des chemins de fer de Belgique.

On peut admettre que le produit du transport est à peu près en raison directe de la circulation. Ainsi le chemin de fer belge rapportant 3 un quart pour 100 seulement, avec une circulation marquée par le chiffre 3, le réseau français rapporterait 2 pour 100 et une légère fraction, avec une circulation marquée par le chiffre 2.

Eh bien! admettons que l'exploitation de nos railways ne produise en définitive que cet intérêt minime de 2 pour 100 (et ici nous descendons certainement au-dessous de la dernière limite du possible), et calculons :

2 pour cent d'intérêt sur une somme de 1,200 millions donnent par an 24 millions. — En multipliant ces 24 millions par 35 ans, durée moyenne des concessions, on aura 840 millions.

L'Etat, exécutant et exploitant lui-même ses chemins de fer, aurait à dépenser une somme de 1,200 millions, dont l'intérêt simple donnerait en 35 ans à 4 pour cent.	1,680 mill.
Mais il faut déduire de cette somme l'intérêt résultant de l'exploitation, soit	840 mill.
Reste.	840 mill. de perte.

Or, dans la combinaison du 11 juin, ce n'est pas 840 millions qui se trouvent perdus par l'Etat, mais bien 980 millions, ainsi que nous l'avons vu plus haut. Il y a donc, au simple point de vue financier, une différence de 140 millions en faveur du système d'exécution et d'exploitation par l'Etat.

Ainsi s'évanouissent les prétendus avantages financiers dont les partisans des compagnies n'ont cessé d'arguer en faveur de la combinaison du 11 juin 1842. Mais c'est surtout au point de vue économique et social que les vices de cette malencontreuse combinaison apparaissent sous leur jour le plus déplorable.

Tous les tarifs en France, on pourra le voir dans le chapitre suivant, sont de 50 à 100 pour 100 plus élevés que le tarif belge. Ainsi, en abandonnant l'exploitation des chemins de fer à l'industrie privée, le pays non-seulement éprouve une perte effective et annuelle de 140 millions, mais encore il se condamne à payer le transport à un prix double de celui qu'il aurait payé avec le système de l'exploitation par l'Etat. Si l'on considère que la question des tarifs a une importance vitale dans les rapports des peuples entre eux, ainsi que nous le démontrerons plus loin, et que l'abaissement des péages peut exercer sur la prospérité de la France, et en particulier sur le bien-être des classes laborieuses, l'influence la plus étendue et la plus salutaire, on se convaincra qu'en se dessaisissant des chemins de fer pour les donner en fief à des associations de riches capitalistes, les chambres ont commis une énorme faute, pour ne pas dire une indigne spoliation.

On conçoit que les compagnies, grâce aux tarifs exorbitants qu'on les autorise à établir, puissent réaliser de gros bénéfices. Donnons en terminant les évaluations de M. Ed. Teisserenc à ce sujet, et qui n'ont pu être contestées.

« En Angleterre, malgré plusieurs causes de dépression, l'élévation des dépenses d'exploitation, l'accumulation des lignes concurrentes, la fixation inintelligente des tarifs, etc., l'application de la loi du 11 juin eût donné aux concessionnaires, pour le capital par eux fourni, VINGT-SIX pour 100 sur les lignes principales situées aux environs de Londres, et un revenu de DIX-SEPT pour 100 sur l'ensemble des lignes.

» En Belgique, ce même point de départ eût donné sur les lignes les mieux placées TRENTE-SEPT pour 100 de revenus, et sur la moyenne générale DIX-HUIT ET DEMI pour 100.

» En Allemagne, le système du 11 juin eût donné sur les meilleures lignes QUINZE pour 100, et DIX pour 100 sur l'ensemble.

» En France, les principales lignes donneraient, même après le partage avec l'Etat, de SEIZE A VINGT pour 100 du capital dépensé par les compagnies, sans compter que les revenus bruts des chemins pourraient DOUBLER dans une période de quinze années et QUADRUPLERAIENT en trente ans, et que les frais d'exploitation diminueraient en même temps. (1) (*V.* art. de la *Revue indépendante* du 10 mars 1844.)

En présence de pareils faits, on s'expliquera sans peine comment la loi du 11 juin ne compte plus de partisans que parmi les capitalistes dont les intérêts sont le plus intimement liés à son maintien. C'est une condition assez douce en effet que celle qui vous fait entrer en possession d'une ligne qui n'exige plus qu'une faible dépense pour être fructueusement exploitée; c'est un cadeau assez somptueux que celui d'un chemin construit aux frais des contribuables, et qui ne demande qu'à être pourvu de son matériel pour procurer de beaux profits. Sans contredit, cette situation est fort belle (2), et nous concevons qu'elle mérite d'être chaudement défendue.

(1) C'est en effet un fait constant et général à toutes les exploitations, que l'accroissement des recettes s'opère simultanément avec la diminution des dépenses d'exploitation.

(2) Un individu qui s'occuperait à construire des maisons pour les donner ensuite au premier venu, lequel n'aurait à y ajouter que quelques améliorations d'intérieur pour en retirer de gros loyers, aurait, à son point de vue, exécuté à la lettre la loi du 11 juin.

Mais au pays appartient le droit de décider si l'argent péniblement gagné par lui doit continuer à aller s'engouffrer dans les coffres des hauts barons de la finance, et si les chemins de fer seront longtemps encore l'occasion d'indignes spéculations, que la flétrissure de l'opinion publique est devenue impuissante à réprimer.

§ 5.

DES COMPAGNIES FINANCIÈRES NON SUBVENTIONNÉES.

Quelques écrivains mieux intentionnés, émus de la réprobation universelle que la loi du 11 juin a soulevée dans le pays, ont imaginé de proposer le régime des compagnies financières, sans subvention de l'Etat, mais avec des concessions de quatre-vingt-dix-neuf ans. Ce régime, auquel on avait été obligé de renoncer, a reçu une sorte de consécration par la concession récente de la ligne d'Amiens à Boulogne.

Est-il besoin de démontrer les nombreux désavantages de cette combinaison nouvelle, jugée depuis longtemps, et dont l'effet immédiat serait de retarder de bien des années encore l'établissement des chemins de fer en France. Laissant de côté l'impuissance, démontrée par les faits, des associations particulières abandonnées à elles-mêmes (1), parlerons-nous de

(1) De toutes nos compagnies de chemins de fer, aucune pour ainsi dire n'a pu se soutenir que par le concours plus ou moins direct de l'Etat. Celles de Versailles, de la Grand'Combe, d'Alais à Beaucaire, de Strasbourg à Bâle, d'Andrezieux à Roanne et à Saint-Etienne, d'Orléans, de Rouen et du Havre ont tour à tour réclamé et obtenu soit des subsides ou des minimum d'intérêt, soit des subventions gratuites ou des prêts ne portant intérêt qu'à des taux inférieurs à ceux du cours. Celle du Havre, par exemple, a reçu une subvention gratuite de 8 millions, et un prêt de 10 millions à 3 pour cent ; en tout 18 millions, qui, joints aux 18 millions accordés au chemin de Rouen, forment un total de 36 millions pour la ligne de Paris au Havre, qui en coûtera 100 environ. Si l'exécution de la ligne que l'on regarde avec raison comme la *meilleure* de toute la France exige de tels sacrifices de la part de l'Etat, qu'adviendra-t-il donc de l'exécution des autres lignes, traversant des contrées moins favorisées, tant sous le rapport de la situation que sous celui de l'industrie et du commerce ?

l'inconvénient de laisser dans les mains des particuliers l'exploitation ou même le choix de lignes trop importantes pour que l'Etat dût s'en dessaisir, et du débordement effréné que prendrait l'agiotage sous l'influence de l'émission des actions de vingt compagnies différentes? parlerons-nous des souffrances qui peuvent résulter pour le commerce et l'industrie de l'abandon où ils seraient livrés pendant un long espace de temps à la merci de tarifs fixés d'avance, et que l'Etat au contraire aurait été libre de modérer, de régler dans l'intérêt de tous? Tous ces faits sont connus depuis longtemps, et leurs désavantages parfaitement appréciés.

Leur unique raison d'être, c'est, dit-on, l'impérieuse nécessité.

Nous examinerons en peu de mots jusqu'à quel point le pays se trouve dans l'obligation de subir cette nécessité, et quelles sont les raisons au moyen desquelles on prétend la justifier. Mais auparavant nous croyons devoir donner place aux objections beaucoup plus sérieuses élevées contre le mode d'exécution des travaux publics par l'Etat, par quelques hommes de science, égarés, selon nous, par une appréciation erronée des rapports qui existent entre le gouvernement et la société. Ces objections, si elles étaient fondées, justifieraient entièrement l'existence des compagnies de chemins de fer; quoi qu'il en soit, elles sont trop importantes pour que nous puissions nous dispenser de nous y arrêter tout d'abord. Car nous tenons à prouver que si le mode d'exécution par l'Etat présente quelques inconvénients sous certains rapports, comme moyen d'influence gouvernementale par exemple, ces inconvénients n'ont rien dont l'intérêt matériel et moral du pays ait à s'alarmer.

J.-B. Say disait de l'administration du cardinal Fleury, qu'elle prouva qu'A LA TÊTE D'UN GOUVERNEMENT, C'EST DÉJA FAIRE BEAUCOUP DE BIEN QUE DE NE PAS FAIRE DE MAL. Si l'exemple était bien choisi, il est hors de doute que la conclusion en était trop générale pour se trouver parfaitement vraie, en ce sens surtout qu'elle ne tenait aucun compte de la différence des temps. Ainsi, lorsque Henri IV accordait à ses favoris et à ses maîtresses, comme des faveurs *qui ne lui coûtaient rien*, la permission d'exercer mille petites exactions et de percevoir à leur profit mille petits droits sur diverses

branches de commerce (1); lorsque, sous Louis XV, les classes élevées de la société donnaient l'exemple de tous les désordres; lorsque les impôts, arrachés à la sueur du peuple, servaient à alimenter les scandaleuses profusions de quelques courtisans, il eût été assurément fort imprudent de confier au pouvoir la gestion d'une entreprise d'utilité publique : le ministre en crédit n'y aurait vu qu'un moyen d'enrichir, sans bourse délier, la maitresse en titre ou ses protégés. Mais il n'en est plus de même aujourd'hui. Sans être parfaites, nos institutions représentatives ont du moins cette vertu, qu'elles rendent presque impossible la dilapidation des deniers publics, et que l'administration, responsable des sommes qu'on lui confie, est tenue d'en rendre chaque année un compte rigoureux.

Si même l'on compare la gestion économique du gouvernement à celle d'une compagnie particulière, on trouvera que, dans la question spéciale qui nous occupe, l'avantage devra incontestablement rester à la première. S'agit-il de l'exécution des travaux? Nous avons vu qu'elle s'effectue par l'intermédiaire d'un entrepreneur sous la direction immédiate d'un ingénieur; l'intérêt de l'entrepreneur demeure le même, soit qu'il ait à livrer ses travaux à l'Etat ou aux compagnies. On pourrait même affirmer que la surveillance d'un ingénieur appartenant au corps des ponts et chaussées serait plus efficace, à science égale, que celle d'un ingénieur salarié par une compagnie, car l'esprit de corps a toujours été la source d'un stimulant, d'une émulation, que l'appât d'une récompense pécuniaire ne peut qu'imparfaitement remplacer. — S'agit-il de l'exploitation? Mais elle est confiée, dans le système de l'Etat, au conseil des ponts et chaussées, assisté du ministre des travaux publics, et personne assurément ne niera qu'il y ait dans cette assemblée au moins autant de capacité et de science administrative que dans les conseils des compagnies particulières. Enfin, en regard des assemblées générales d'actionnaires viennent se placer les chambres législatives. Si l'on compare les comptes rendus semestriels de nos compagnies de chemins de

(1) C'est ainsi que ce monarque autorisa le comte de Soissons à prélever un droit de 15 sols sur chaque ballot de marchandises qui sortirait du royaume.

fer aux comptes rendus annuels du budget, on sera forcé de reconnaître que, pour la clarté et la précision, ceux-ci l'emportent incontestablement. On devra aussi reconnaître que le budget de l'Etat est examiné bien plus sévèrement par nos députés que celui d'une compagnie ne l'est généralement par les actionnaires. C'est donc, en résumé, une accusation vaine et dénuée de tout fondement que celle qui voudrait faire passer l'Etat pour incapable.

Ce reproche d'incapacité du gouvernement en matière de travaux publics s'évanouit du reste devant l'évidence des faits accomplis : c'est ainsi que la partie la plus difficile des travaux entrepris par l'Etat en vertu de la loi du 11 juin est actuellement terminée ou dans un degré notable d'avancement sur les lignes de Paris à Lille, d'Orléans à Tours, d'Orléans à Vierzon, etc., sans que l'Etat ait failli un seul instant à la tâche qui lui était imposée. Partout les travaux ont été accomplis avec promptitude et économie ; nulle part les dépenses effectives n'ont dépassé les évaluations des projets : sur différents points même elles sont restées au-dessous.

L'aptitude du gouvernement en matière de construction est donc un fait acquis désormais pour les discussions d'intérêt matériel, tout reproche contraire ne peut plus être allégué aujourd'hui. Ceux-là mêmes que des intérêts privés, que des passions ou que l'erreur d'un instant avaient entraînés, n'osent plus répéter les allégations erronées et souvent odieuses dont certaine partie de la presse et la tribune retentissaient naguère. Des hommes honorables sont venus proclamer qu'ils s'étaient trompés, prenant soin de montrer par cette démarche, si digne d'éloges, qu'ils avaient été de bonne foi dans l'erreur, et qu'ils se rendaient aussitôt qu'ils reconnaissaient la vérité.

Mais on objecte que si le gouvernement se fait entrepreneur de chemins de fer, il n'y a pas de raison pour qu'il ne s'empare aussi des autres industries et qu'il se fasse *monopoleur universel*.

Que l'on nous permette de nous arrêter sur une appréhension que manifestait naguère un des partisans les plus belliqueux du système que nous combattons (1); elle n'est nullement

(1) L'Etat, dit M. Bartholony, *directeur du chemin de fer d'Or-*

fondée: car si le gouvernement réclame la propriété exclusive et l'exploitation des chemins de fer comme une branche d'industrie nouvelle trop importante pour qu'on l'abandonne à tous les abus d'une exploitation faite dans l'intérêt exclusif de quelques particuliers, il n'a aucune raison plausible de s'emparer des industries ordinaires, dans lesquelles la masse des consommateurs ne réclame en aucune manière son intervention. Entrepreneur général de l'industrie, l'Etat ne pourrait livrer ses produits à meilleur marché que les producteurs actuels; entrepreneur des chemins de fer, il pourrait au contraire accorder à toutes les classes de la société le bénéfice de transports rapides et économiques, bienfaits qui, avec le système des compagnies, n'est à la portée que des classes aisées de la société. — Un tel état de choses est nécessairement un obstacle à l'accroissement de la richesse publique, à la généralisation de l'aisance. Il tend à diviser, comme en Angleterre, la société en deux classes, dont l'une, qui possède et jouit, exploite à son profit celle qui travaille et qui souffre. Du reste c'est ce qu'à toutes les époques le pouvoir en France a parfaitement saisi. Toujours on le voit chercher à se rendre maître des voies de communication, tant dans l'intérêt immédiat des populations que dans celui des relations du commerce et de l'industrie qu'il a si fort intérêt à protéger. Les routes ordinaires lui appartienent, et il en donne le libre accès à tous les citoyens. Il doit chercher à en agir de même pour les chemins de fer, qui tendent à se substituer aux routes. Pourquoi donc aliéner la viabilité nouvelle, tandis que l'on conserve la viabilité ancienne? Pourquoi deux systèmes appliqués à un même objet? C'est là une inconséquence qui serait inexplicable si le jeu actif de certains intérêts ne donnait le mot de l'énigme. — Examinons encore, avant de terminer ce chapitre, quelques-unes des raisons que les compagnies de chemins de fer mettent en avant pour justifier la situation privilégiée dont elles jouissent.

léans, ne doit pas regretter la privation des bénéfices qui résultent pour lui de l'abandon des lignes de chemins de fer ; car autrement il devrait aussi se réserver le monopole de la fabrication des fers, des draps, des soieries, des vêtements, etc.

L'argument favori des défenseurs de l'intérêt privé, c'est la situation actuelle du trésor, situation qu'ils se plaisent à présenter comme peu favorable et de nature à ne rendre possible qu'à des conditions désavantageuses la conclusion d'un emprunt.

L'erreur fondamentale des gens qui raisonnent ainsi est de confondre en une seule deux natures de dépenses très-diverses : les dépenses productives, et celles qui ne le sont pas. Or il ne viendra à personne l'idée de ranger parmi ces dernières les frais d'établissement des grandes lignes de chemins de fer ; cela ne saurait se discuter sérieusement en présence des gros dividendes que réalisent tous les actionnaires des grandes lignes. De deux choses l'une : ou les chemins de fer sont susceptibles d'un revenu important, ou bien ils ne doivent pas donner l'intérêt du capital qu'ils exigent. Mais l'ardeur que mettent les compagnies à obtenir des concessions, quelles qu'elles soient, montre assez clairement que le premier de ces cas doit seul se réaliser. Car il est hors de doute que lorsqu'une entreprise particulière ne présente que des bénéfices éventuels, toujours les capitaux sérieux lui manquent.

Mais si les chemins de fer procurent aujourd'hui déjà de beaux bénéfices, il est certain que ces bénéfices deviendront d'année en année plus considérables, à mesure que la science des voies nouvelles se perfectionnera et que les frais d'établissement et ceux d'exploitation auront été diminués (1). On ne peut donc douter un seul instant que l'Etat ne trouve à emprunter à des conditions pour le moins aussi avantageuses que celles que les banquiers accorderaient à de simples particuliers. C'est là un fait qu'il est inutile de démontrer et en faveur duquel un simple énoncé suffit.

On a aussi parlé des embarras qu'éprouverait le gouvernement dans le cas où une crise extérieure viendrait à se mani-

(1) Ces prévisions n'ont rien de contraire à l'expérience des faits, laquelle établit qu'à mesure que les dépenses d'exploitation diminuent les recettes vont au contraire tous les jours en augmentant, tant par suite d'une administration mieux entendue que par l'effet des perfectionnements de l'industrie mécanique et le nombre toujours croissant des voyageurs et des produits à transporter.

fester. Cette objection n'est guère plus sérieuse que la précédente. Qui ne sait en effet que nul n'a un crédit plus solide, mieux établi et plus justement mérité que l'Etat, et qu'une crise extérieure, si elle venait à éclater, étendrait son influence sur tous les capitaux du pays, publics ou privés? Comment soutenir que le crédit de quelques particuliers pourrait rester ferme et inébranlable dans l'exécution de ses engagements dans le moment où le crédit public viendrait à essuyer quelques atteintes? L'histoire des compagnies d'Orléans et de Rouen (celle des plateaux) n'est-elle pas là pour nous prouver ce que l'on doit attendre des capitalistes dès qu'une éventualité douteuse menace leurs écus?

Que conclure en résumé, sinon qu'il n'existe aucune difficulté sérieuse pour l'exécution par l'Etat qui ne se présente aussitôt, en s'aggravant, pour l'exécution par les compagnies.

Et que l'on remarque que nous n'avons ici en vue que le cas de l'exécution pure et simple par l'intérêt privé, sans la moindre subvention de ce même trésor que l'on se plaît à nous représenter comme insuffisant, mais auquel on ne se fait pourtant pas faute de recourir aussi souvent que possible. A ce point que, de toutes les lignes construites depuis 1830, il n'en est aucune qui ait pu se passer du concours plus ou moins direct de l'Etat. Mais que dire de la loi du 11 juin, sinon que cette loi, en mettant à la charge de ce dernier près des deux tiers de la dépense (1), et en réservant aux capitalistes tous les bénéfices de l'entreprise, détruit l'argument essentiel invoqué par les défenseurs des compagnies. Si en effet l'Etat prend à sa charge les deux tiers des frais, et cela sans qu'il participe aux recettes, il est bien évident qu'il pourra fournir très-facilement l'autre tiers, en se réservant les bénéfices de l'exploitation.

Enfin on s'est prévalu de l'avantage qu'il y a d'attirer en France les capitaux étrangers. Tout récemment un journal (2), avec beaucoup de sens et de raison, réduisait à sa juste valeur cet avantage prétendu.

(1) Plus des *trois quarts*, si, aux termes de la loi, on tient compte du remboursement du matériel par l'Etat à l'expiration du bail.

(2) L'*Illustration*, publication qui, sous une apparence légère, traite avec talent les questions les plus sérieuses.

« Une somme de 100 millions est, suppose-t-il, nécessaire à une compagnie financière pour l'exploitation d'une *bonne ligne*. Cette compagnie s'adresse aux capitalistes anglais, qui souscrivent pour la moitié de la somme, soit 50 millions. Les actions, portant intérêt à 5 pour cent, sont émises à la bourse de Paris avec prudence et habileté et tenues, dès l'origine, un peu au-dessous du cours. Tout d'abord elles montent, les actionnaires arrivent, regardent, s'échauffent, se précipitent de peur d'en manquer, et bientôt, grâce à l'influence des demandes, les actions sont à *cinquante pour cent* au-dessus du prix d'émission. L'Anglais se défait prudemment et sans bruit de toutes celles qu'il a, et remporte chez lui 25 millions de bénéfice net, perdus pour la France. »

Ajoutons que les faits viennent à l'appui de cette allégation, et que, lorsqu'on les considère, on a peine à concevoir que l'on ait osé présenter comme une source de prospérité pour le pays cette porte ouverte au scandale de l'agiotage (1).

Voilà donc par quels arguments on prétend justifier la nécessité

(1) Récemment encore, en septembre 1844, à l'occasion de l'adjudication à des compagnies des lignes du centre et de celle d'Orléans à Bordeaux, le pays a été témoin des opérations les plus scandaleuses. « Jamais, dit un journal dont le zèle pour les compagnies financières est pourtant bien connu (*a*), jamais le jeu que la loi proscrit, le pari illicite, ne se sont montrés avec autant de hardiesse ! On a vendu avec des primes considérables de simples promesses que l'événement du lendemain devait démentir ; et on l'a fait malgré la surveillance que le commissaire du roi est appelé à exercer pour empêcher que la Bourse ne dégénère en une véritable *maison de jeu.* »

Vit-on jamais dans les fastes de la finance de plus scandaleux tripotages, et la qualification d'agiotage n'est-elle pas impropre pour les flétrir? Existerait-il encore des esprits assez prévenus pour ne pas s'apercevoir que la spéculation la plus avide figure en première ligne dans les concessions, et que l'industrie, c'est-à-dire la partie utile, sérieuse, honorable, n'est qu'un prétexte dont on se sert pour détourner la surveillance publique et pouvoir réaliser plus librement de gros bénéfices. Cet état de choses a donné lieu, de la part de M. le comte Daru, à un projet de loi répressif, qui vient d'être présenté aux chambres et admis par elles *à l'unanimité*.

(*a*) Le *Siècle*, numéro du 9 octobre 1844.

du mode d'exécution des chemins de fer par les compagnies. Nous avons déjà signalé, du moins *en partie*, les inconvénients qui sont la suite du mode d'exploitation des chemins de fer par les particuliers. Nous disons en partie, car nous n'avons pas la prétention de dérouler la liste des abus de toute sorte inhérents à un tel ordre de choses. Ce triste travail nous entraînerait trop loin. Citons cependant quelques paroles chaleureuses que nous trouvons dans un discours de M. de Lamartine, prononcé à la chambre des députés lors de la discussion du projet de loi sur les chemins de fer. L'illustre orateur a signalé à ce sujet quelques faits qui constituent pour l'avenir politique du pays un très-grave danger.

« Messieurs, a-t-il dit, il y a un sentiment qui m'a toujours puissamment travaillé en lisant l'histoire ou en voyant les faits : c'est l'horreur des corps, c'est *l'incompatibilité de la liberté sincère, progressive, avec l'existence des corps dans un Etat* ou dans une civilisation. Je sais que ce n'est pas la pensée commune, qui leur attribue au contraire une sorte de corrélation avec la liberté; mais on ne fait pas attention que l'on entend alors la liberté aristocratique et non pas la liberté démocratique, et que si les corps résistent à ce qui est au-dessus d'eux, ils oppriment de la même force tout ce qui est au-dessous. C'est la tyrannie la plus odieuse, parce qu'elle est la plus durable, la tyrannie à mille têtes, à mille vies, à mille racines, la tyrannie que l'on ne peut ni briser, ni tuer, ni extirper ; c'est la meilleure forme que l'oppression ait jamais pu prendre pour écraser les individus et les intérêts généraux. Une fois que vous les avez créés ou laissés naître, ils sont maîtres de vous pour les siècles. Vous ne savez où les saisir, et ils vous dominent. Les corps, ou, ce qui leur ressemble, les intérêts collectifs reconnus par la loi et organisés, c'est la même chose, c'est l'asservissement prompt, inévitable, perpétuel, de tous les autres intérêts. On ne peut plus y toucher sans qu'ils jettent un cri qui effraye ou qui ébranle tout autour d'eux. Il faut compter avec eux, et les autres intérêts épars, isolés, sans solidarité, sans action commune, succombent toujours, succombent éternellement devant ces intérêts collectifs. Les gouvernements libres ne sont pas plus affranchis de leur influence que les autres; ils s'y glissent partout, dans la presse, dans l'opinion, dans les corps politiques, où ils trouvent des intéressés et des

auxiliaires; leur cause a autant de soutiens qu'ils ont d'associés à ces intérêts..... »

L'éloquent orateur ajoute ensuite les paroles suivantes, que les deux sessions ultérieures ont rendues prophétiques :

« Mais que sera-ce, grand Dieu! quand, selon votre imprudent système, vous aurez constitué en intérêt collectif et en corporations industrielles et financières les innombrables actionnaires que l'organisation des chemins de fer agglomérera entre les mains des compagnies? Changez donc les tarifs alors! — Mais comment les changerez-vous? Par la loi? Mais qui votera la loi? Des actionnaires en majorité. — Intervertissez donc les lignes. Mais qui votera les lignes? Des actionnaires encore. — Etablissez donc des lignes rivales. Mais qui votera ces lignes? Des actionnaires en majorité. Améliorez, perfectionnez, changez les systèmes arriérés sur vos lignes. Mais qui votera ces améliorations, ces perfectionnements désirés, commandés peut-être par l'intérêt général du pays? qui? Des actionnaires encore. C'est-à-dire que vous engagez à jamais et d'un seul mot la liberté, la concurrence, le produit, les améliorations de votre territoire tout entier. Le peuple aura beau demander, se plaindre, accuser les tarifs, il sera et vous serez vous-mêmes pour des demi-siècles ou pour des quarts de siècle en la puissance des compagnies. Vous leur asservissez et les intérêts du peuple et les intérêts généraux. Vous les laisserez, vous partisans de la liberté et de l'affranchissement des masses, vous qui avez renversé la féodalité et ses péages, et ses droits de passe, et ses limites, et ses poteaux, vous les laisserez entraver le peuple et murer le territoire par la féodalité de l'argent. Non, jamais gouvernement, jamais nation n'aura constitué en dehors d'elle une puissance d'argent, d'exploitation, et même de politique, plus menaçante et plus envahissante que vous n'allez le faire en livrant votre sol, votre administration à des compagnies. »

On l'avouera, l'expérience a singulièrement justifié ces craintes. Assez de fois déjà la tribune nationale a retenti des hauts faits des compagnies; et qu'en est-il advenu?...

Ainsi donc, pour nous résumer quant aux objections soulevées contre l'exécution par l'Etat, nous regardons comme constant que nos institutions représentatives, tout imparfaites qu'elles sont, constituent cependant pour le pays une garantie

suffisante du bon emploi des fonds confiés à l'Etat pour l'exécution des grandes lignes; que, pour ce qui est du défaut d'aptitude du gouvernement en matière de travaux publics, les faits parlent assez haut pour que désormais l'on puisse revenir sur un reproche immérité.

Relativement aux raisons données par les compagnies pour se justifier envers le pays du monopole qui leur a été accordé par les chambres, nous croyons avoir établi que le plus simple bon sens suffit pour en faire justice. On a argué de l'insuffisance de nos ressources, de la pénurie du trésor, et il est hors de tout conteste que l'Etat se trouve en mesure d'emprunter tout aussi bien, mieux même que des associations de particuliers, et que ces emprunts, loin d'être une charge, constitueront un bénéfice, si, comme les faits l'indiquent, les chemins de fer donnent de bons résultats. Nous avons vu également de quelle manière les capitaux anglais, en venant s'abattre sur toutes nos bonnes lignes, affligent le pays d'une exploitation contre laquelle aucune représaille n'est possible.

Admettons cependant, de la part des capitalistes anglais, un concours sérieux. Qu'en résultera-t-il?... Que ces capitalistes, en s'emparant des directions les plus fructueuses, feront en quelque sorte la loi sur nos marchés par la fixation des tarifs; qu'ils pourront agir sur le prix de toutes nos denrées, les élever ou les abaisser à leur gré, et servir en France même les intérêts de la concurrence britannique. Nous avons déjà signalé un fait semblable de la part d'une compagnie française. D'un autre côté, est-il bien avantageux que des capitalistes étrangers viennent recueillir les bénéfices les plus clairs d'une entreprise toute nationale, et prélever sans peine et sans travail de beaux dividendes gonflés par des tarifs aléatoires? — On affirme, il est vrai, que la France manque de capitaux. Cette assertion n'est rien moins que prouvée; mais, en admettant qu'elle le soit, n'est-il pas évident que ces capitaux, qui obtiennent difficilement en Angleterre un intérêt de 3 pour 100, afflueraient également en France si le gouvernement voulait les emprunter à 4 pour 100 et réaliser lui-même les bénéfices qu'il abandonne si bénévolement aux propriétaires de ces capitaux.

Ainsi donc le mode d'exécution par des compagnies non subventionnées par l'Etat ne présente sur le mode d'exécution

fondé par la loi du 11 juin d'autre avantage que celui de ne point organiser systématiquement la dilapidation des deniers publics. Avec ce système les dangers qui menacent le bien-être et la prospérité du pays subsistent dans toute leur étendue.

§ 6.

DES COMPAGNIES FERMIÈRES.

Une troisième combinaison, celle des compagnies fermières, a été essayée. Dans celle-ci, les compagnies laissent à l'Etat le soin d'achever entièrement le chemin et, moyennant la fourniture du matériel, son entretien et celui de la voie, dépenses qu'elles prennent à leur charge, et une redevance annuelle qu'elles payent à l'Etat, elles demandent une concession dont la durée maximum serait de douze ans.

Le pays, plutôt que de passer sous les fourches caudines des compagnies financières, serait assez disposé à regarder comme un bienfait l'avénement du régime des compagnies fermières. Il est clair en effet que l'Etat, en n'aliénant que pour douze années les bénéfices de l'exploitation des chemins de fer, ne subirait qu'une perte moindre des trois quarts de celle qu'il aura à supporter avec le système du 11 juin. Mais le régime des compagnies fermières ne présente pas moins un grave inconvénient, celui d'entraver l'action régulatrice de l'Etat, qui ne pourrait modifier à son gré les conditions du bail, conformément aux progrès de l'art, ni les tarifs, suivant les besoins des populations. Si en effet l'intérêt même de la compagnie offre des garanties d'un bon entretien, la courte durée des baux ne permettrait pas d'espérer que des perfectionnements majeurs, même d'une utilité incontestable, fussent réalisés et mis en pratique par les exploitants, dès qu'il faudrait pour cela une dépense un peu considérable.

Dans l'essai qui a été entrepris de ce système pour le chemin de Nîmes à Montpellier (1), le tarif annexé au cahier des charges

(1) Le chemin de fer de *Nîmes à Montpellier* a été adjugé le 18 septembre 1844 à une compagnie fermière, moyennant une redevance annuelle de 381,000 fr., laquelle ne représente qu'un intérêt de 2 trois quarts pour cent du capital de 14 millions employés par l'Etat dans la construction du chemin.

a été ainsi gradué par voyageur transporté à la distance d'un kilomètre :

1res *places.*	2es *places.*	3es *places.*
0,10 c.	0,075 c.	0,055 c.

En appliquant à ce mode d'exploitation les calculs développés plus haut et ceux qui font l'objet du chapitre suivant, on se convaincra que si l'Etat avait voulu exploiter lui-même, il aurait pu établir des tarifs *d'un tiers* plus bas sans s'imposer une dépense plus forte. Ainsi donc, dans le système des compagnies fermières, dans celui des compagnies financières, comme sous le régime créé par la loi du 11 juin, le public paye aux exploitants un véritable tribut.

A certains égards, il est hors de doute que l'accroissement de la fortune privée, laquelle est, à vrai dire, la fortune de tous, n'est point un mal. Mais avant de songer à l'accroissement de la fortune de ceux qui sont déjà assez favorisés pour pouvoir placer dans certaines entreprises de chemins de fer des capitaux dont la valeur est aujourd'hui doublée, il serait bon de s'occuper un peu de la condition du plus grand nombre. Nous voulons parler de ceux qui ne possèdent encore aucun capital et dont l'établissement de bas tarifs, c'est-à-dire l'exploitation par l'Etat, aurait pour effet, nous l'avons vu ailleurs, de leur procurer l'aisance et le bien-être qui leur manquent.

On aura beau faire, on ne réussira pas à ce que la lumière ne finisse par pénétrer dans les replis obscurs de la question des chemins de fer ; on n'empêchera pas l'esprit public de s'éclairer chaque jour davantage sur les véritables intérêts du pays, et de s'opposer avec énergie à l'introduction d'un régime dont les abus sont si bien démontrés. La France, nous en sommes convaincu, ne souffrira pas que la spéculation privée nuise au libre développement de son industrie et de son commerce, qu'elle fasse plier le pouvoir et les chambres, malheureusement trop faibles, devant ses exigences, et qu'elle ferme, par l'exagération de ses tarifs, les grandes voies de communication destinées à faciliter les relations des peuples entre eux. Et c'est pour cela que nous demanderons jusqu'au dernier moment l'exécution et l'exploitation des chemins de fer par l'Etat, qui

n'a d'autre intérêt, lui, que celui des populations qui le composent, des travailleurs qui l'élèvent et qui l'enrichissent.

L'expérience, si chèrement acquise par les marchés imposés à l'Etat par les compagnies de canaux en 1821 et 1822 ne peut être perdue ; elle prouve à l'évidence l'inefficacité de la seule garantie que possède le public, la stipulation du rachat, lequel ne pourrait avoir lieu qu'à des conditions trop onéreuses pour que l'Etat pût les accepter. Espérons donc que le bon sens de la nation fera justice de tous les systèmes bâtards essayés jusqu'ici, et que l'on se décidera une bonne fois à écouter les leçons de l'expérience et les simples calculs de la probité ; espérons qu'après tant d'hésitations et de doutes, après avoir laissé une si large et si déplorable carrière à l'agiotage, on en reviendra au système rationnel d'exécution et d'exploitation par Etat.

CHAPITRE IV.

DU TARIF DES VOYAGEURS.

De la fixation des tarifs. — De la nécessité des bas tarifs pour l'amélioration du sort des classes laborieuses. — Influence économique des tarifs en différents pays. — Des tarifs en Belgique, en Allemagne, en Angleterre et en France. — Application à la France. — De la possibilité d'établir en France des tarifs populaires.

Le tarif est l'ensemble des droits que l'exploitant d'un chemin de fer perçoit sur les personnes et les choses qui empruntent la voie de communication créée ou administrée par lui.

Ces droits sont au nombre de deux :

1° Le DROIT DE PASSAGE que l'exploitant est autorisé à percevoir sous le nom de PÉAGE, et qui représente l'intérêt des capitaux engagés dans la construction et dans les frais d'entretien de la voie, ceux de surveillance et d'administration du chemin. — Le droit de passage est indépendant de l'activité de la circulation, et on le range pour cette raison parmi les *frais fixes* ou *décroissants*, parce qu'il pèse d'autant moins sur chaque unité transportée que le nombre de ces unités est plus considérable.

2° Le DROIT DE TRANSPORT, qui se compose des frais de transport proprement dits : traction, matériel, combustible, etc. Ce droit est rangé parmi les *frais variables* ou *croissants*,

parce qu'il augmente proportionnellement au nombre des voyageurs et à celui des convois journaliers.

De toutes les questions que soulève l'établissement des chemins de fer il n'en est point d'aussi importante et qui appelle aussi vivement l'attention des législateurs et des hommes d'Etat que celle des tarifs, car c'est de la solution qui lui est donnée que dépend la somme plus ou moins grande des bienfaits que les voies nouvelles répandront sur les populations d'un pays. Ce fait n'étant que la conséquence des modifications profondes introduites par les chemins de fer dans l'industrie des transports, l'examen rapide de ces modifications devra précéder les considérations que nous aurons à émettre sur la solution qu'il importe de donner à la question des tarifs.

Les routes de terre, on le sait, n'exigent aucun impôt de ceux qui les parcourent ; elles admettent indistinctement toute espèce de véhicule et rendent les transports accessibles à tous. Cette faculté de *libre parcours* est aussi particulière à la circulation des rivières et des canaux, en ce sens que chacun peut y conduire son bateau et se munir de la force motrice nécessaire. Il ne peut en être de même sur les chemins de fer, où l'introduction du libre parcours amènerait, à la moindre négligence, les plus graves accidents ; d'où résulte la nécessité de recourir à une exploitation unitaire et centrale, à laquelle est confiée de fait le monopole exclusif des transports. Jusqu'ici en effet la concurrence des messagistes et des entrepreneurs de roulage maintenait le prix des transports à un taux à peu près régulier pour tout le pays ; mais les chemins de fer, en attirant à eux toute la circulation, anéantissent par cela même la presque totalité des entreprises préexistantes sur les anciennes voies, et placent entre les mains de ceux qui les exploitent la direction absolue de la circulation des personnes et des choses. Les anciens entrepreneurs de transports n'étaient que les agents subalternes du commerce ; les exploitants des chemins de fer sont, en réalité, *les arbitres de la circulation de tout un pays* (1).

(1) C'est en vain que, par leurs organes, les compagnies mettent en avant la possibilité de l'établissement d'une voie de fer concurrente ; l'expérience de divers railways anglais, celle plus rapprochée de nous des deux lignes de Versailles, prouvent l'impossibilité absolue de ce fait, par

On conçoit dès lors combien il importe à l'intérêt de tous que l'exploitant d'un chemin de fer ne puisse abuser de la situation tout exceptionnelle que les voies nouvelles lui ont faite. Nous avons vu que l'Etat, lorsqu'il exploite lui-même, a le plus grand intérêt à n'exiger que des tarifs peu élevés; et qu'au contraire, lorsque ce sont les particuliers qui exploitent, leur intérêt, tout à fait en désaccord avec celui des populations, les porte à établir des tarifs élevés qui, ainsi que nous le verrons plus loin, sont les plus susceptibles de produire de gros bénéfices. De là résulte, pour le gouvernement qui confie à des particuliers l'exploitation des chemins de fer, la nécessité de veiller sur les intérêts de ses nationaux, en fixant lui-même et à l'avance le taux des tarifs que ces particuliers sont autorisés à percevoir. Voyons en peu de mots si la fixation du taux des tarifs en France s'opère de manière à satisfaire les justes appréhensions de l'intérêt général des populations.

§ 1.

DE LA FIXATION DU TAUX DES TARIFS.

Dans l'opération de la fixation du taux des tarifs (1), le gouvernement en France se borne à imposer aux compagnies le taux

la raison qu'il n'y a de transports économiques possibles que ceux qui se répartissent sur une grande circulation. D'ailleurs les règles du simple bon sens font une loi de ne point enfouir les capitaux du pays dans la construction de deux lignes entre deux mêmes points, lorsqu'une seule, bien administrée, suffirait.

(1) La fixation du taux des tarifs s'opère de la manière suivante :

Dans le cahier des charges, présenté par le gouvernement à la compagnie soumissionnaire, se trouve un tableau divisé en quatre colonnes renfermant : la première, une liste de tous les objets pouvant être transportés sur le chemin de fer; la seconde, le maximum du péage correspondant à chacun des articles de cette liste ; la troisième, le chiffre du prix de transport correspondant également à chaque division de la première colonne ; dans la quatrième enfin se trouve le prix du tarif, c'est-à-dire l'addition du droit de péage et des frais de transport. Le tarif, après avoir été fixé entre l'administration et les compagnies, est présenté à l'approbation des chambres, qui généralement l'adoptent sans aucune modification.

maximum (1) qu'elles pourront percevoir sur les voyageurs et sur les marchandises. Il est inutile de faire observer que cette précaution ne satisfait qu'imparfaitement l'intérêt du public, puisque les compagnies, pouvant faire varier les tarifs à leur gré, à la seule condition de ne pas dépasser le taux maximum, qui est généralement élevé, restent maîtresses de décider du plus ou moins de viabilité que le chemin de fer procurera aux contrées qu'il dessert. Ainsi le gouvernement, en concédant à de simples particuliers le droit de régenter, au gré de leurs intérêts ou de leurs caprices, les transactions commerciales du pays, a constitué à leur profit un monopole exclusif contre lequel le public ne possède nulle garantie.

Il y a, selon les cas, deux manières de procéder à la fixation des tarifs. La première, qui se base sur cette argumentation usée de la vieille économie politique, « *faire payer cher pour obtenir de gros revenus*, » consiste à maintenir le prix des places à un taux élevé, de façon à gagner beaucoup sur un petit nombre de voyageurs. Dans l'autre, on cherche au contraire à répartir les frais et les bénéfices sur le plus grand nombre. Le premier système, qui est le moins compliqué et le plus facilement lucratif, est généralement employé par les particuliers; le second est celui que l'Etat a le plus grand intérêt à adopter, lorsque c'est lui-même qui exploite.

Ce résultat contraire se déduit de la simple observation des faits.

L'Etat, nous le répétons, n'a pas besoin, comme une association de particuliers, de chercher dans un tarif élevé l'intérêt de son capital. Cet intérêt lui est rendu par mille voies indirectes, qui compensent et au delà les bénéfices qu'il pourrait retirer en spéculant sur les besoins de déplacement des populations. Le capitaliste au contraire, amené à placer ses fonds dans une entreprise qu'il sait devoir faire déserter complétement la plupart des autres voies de communication, n'a assez naturellement, qu'un seul objet en vue, gagner le plus possible et

(1) On comprend que l'adjonction du mot *maximum* est ici parfaitement illusoire, les compagnies ayant pour règle à peu près constante de percevoir intégralement les prix (ceux de 3e classe surtout) qui leur sont assignés comme limite extrême.

retirer de son placement le plus gros intérêt. Ici encore l'intérêt du public est complétement subordonné à l'intérêt du capitaliste. Aussitôt que ce dernier trouve avantage à élever le taux des tarifs, il n'hésite pas à le faire sans rechercher si cette mesure s'accorde ou non avec les intérêts généraux de la société.

Malheureusement ce dernier cas est celui qui se présente le plus généralement. Si en effet l'on a vu des bas tarifs augmenter, avec le nombre des voyageurs, le chiffre des recettes, ce fait ne s'est guère produit que sur des lignes à côté desquelles existaient déjà d'autres moyens de communication susceptibles de maintenir une concurrence quelque faible qu'elle fût ; car, en règle générale, CE SONT LES TARIFS LES PLUS ELEVÉS QUI PRODUISENT LES RECETTES LES PLUS CONSIDÉRABLES.

Ce fait, sur lequel du reste nous aurons occasion de revenir, ne peut guère être contesté : il est démontré jusqu'à l'évidence par de nombreuses expériences auxquelles se sont livrées plusieurs compagnies, occupées à la recherche des moyens susceptibles d'accroître encore leurs revenus (1), et qui, après de nombreux essais, se sont enfin arrêtées aux tarifs élevés. Il est mis hors de tout conteste par divers autres faits tirés de l'histoire de l'exploitation par l'Etat, et qui prouvent que les recettes ont diminué toutes les fois que l'abaissement des tarifs n'a pas été assez considérable pour occasionner une diminution sensible dans le droit de *péage* (2).

(1) Ces compagnies sont celles des chemins de Londres à Birmingham, de Leeds à Selby, de New-Tyle à Dundee, de Manchester à Bolton, de Paris à Saint-Germain, et plusieurs autres encore moins importantes. Mais il est à remarquer que le taux le plus bas auquel les tarifs soient descendus pendant ces expériences, était encore très-élevé. De sorte que l'accroissement du nombre des voyageurs n'a pu être assez considérable pour amener une diminution sensible du péage, qui, comme on sait, pèse d'autant moins qu'il se répartit sur un plus grand nombre d'unités. Il résulte de là, ainsi que nous le verrons plus loin, que le mode d'exploitation le plus avantageux à établir consiste à fixer des tarifs assez bas pour *tripler la circulation,* et amener sur les chemins de fer tous les voyageurs à pied.

(2) C'est ainsi qu'en Belgique, pendant l'exercice de 1839, l'augmentation des tarifs sur les chemins de fer a eu pour effet de relever les recettes tout en abaissant d'un quart le chiffre de la circulation : le pro-

Cet état d'infériorité des tarifs populaires s'explique par ceci : que les ouvriers n'ayant pas en général d'aussi longs trajets à faire que les commerçants ou les gens riches, ne parcourent que de faibles distances, ce qui introduit une grande irrégularité dans la circulation et dans le poids mort de la charge à transporter. C'est ainsi qu'un voyageur se rendant en ligne directe de Liége à Ostende (dist. 258 kil.) donne le même bénéfice que 35 voyageurs parcourant de station à station une égale distance (1). De même on a reconnu que sur 10 voyageurs payant chacun 10 francs, total 100 francs, si la dépense qu'ils coûtent à la compagnie pour frais généraux, traction, etc., est de 33 p. 100 ou un tiers de la recette, la compagnie gagne considérablement plus que si elle avait 20 voyageurs payant 5 fr. chacun (2). Dans l'un et l'autre cas, le produit reste le même : mais les frais de transport s'élèvent proportionnellement à l'augmentation des voyageurs, et le bénéfice net de la compagnie se trouve diminué d'autant (3).

Si donc les bas tarifs sont avantageux pour le public, en revanche ils sont peu favorables aux compagnies, et lors même que l'augmentation des frais viendrait à être compensée par la multiplication des voyageurs, le résultat financier, n'étant produit que par le concours des voyageurs des dernières places,

duit net, qui en 1837 ne s'est élevé qu'à un et quatre-cinquièmes pour cent des frais d'établissement, et en 1838 à un et un quart seulement, a atteint 2 trois quarts pour cent aussitôt après l'augmentation des tarifs. Ce tarif fut diminué deux années après, en 1841, lors de l'avénement du ministère Rogier. Le chiffre de la circulation s'accrut alors considérablement, mais celui des recettes diminua d'un tiers, ce qui porta l'administration à relever aussitôt le tarif.

(1) M. Ed. Teisserenc : *Des chemins de fer en Belgique.*

(2) Brochure du *Railway Reform.*

(3) C'est ainsi que sur le chemin de fer de Paris à Saint-Germain, l'augmentation de 61 pour 100 opérée sur le chiffre des voyageurs, par suite de la diminution du prix des voitures de troisième classe, n'a produit qu'une chétive augmentation de 16 pour 100 sur la totalité des recettes. Sans doute qu'aux yeux des actionnaires ce bénéfice a été jugé insuffisant pour compenser les embarras résultant de ce surcroît de circulation, car la réduction dans le prix des places n'a subsisté que quelques mois.

serait encore peu favorable et nullement en rapport avec le chiffre de l'accroissement de la circulation. Ainsi donc, sous le rapport des tarifs comme sous celui de la plupart des points qui se rapportent à la question de l'exploitation des chemins de fer par les compagnies, il y a lutte manifeste entre l'intérêt général et l'intérêt privé.

Il en résulte que si l'on veut donner aux intérêts du plus grand nombre la satisfaction qu'ils réclament, c'est par le gouvernement et non par les compagnies que devra être fixé le taux des tarifs. Si donc l'on veut établir des tarifs modérés et ne plus privilégier les intérêts de quelques-uns, au préjudice des intérêts de tous, ce taux devra être gradué, non plus suivant la volonté mobile et capricieuse de quelques individus, mais d'après le chiffre réel des dépenses d'exploitation, le degré d'activité de la circulation, et surtout d'après l'étendue des besoins des populations et les ressources dont elles disposent.

Dans quelles limites devront varier les tarifs en France si l'on veut rendre les chemins de fer accessibles à chacun, si l'on veut que ces tarifs, sans être vexatoires et onéreux pour les populations, rémunèrent cependant, dans de justes limites, ceux dont les capitaux ont été appliqués à une partie des frais d'établissement du chemin? En un mot, quels sont, dans l'intérêt du plus grand nombre, les tarifs que l'on peut établir, en dépit de la déplorable loi du 11 juin, dont l'imprévoyance ou l'intérêt de la majorité des corps législatifs a affligé le pays?

Telles sont les questions que nous aurons à traiter dans le cours de ce chapitre, dès que nous aurons cherché à établir l'influence qu'exerce sur la condition des classes ouvrières l'établissement de tarifs modérés.

§ 2.

DE LA NÉCESSITÉ DES BAS TARIFS POUR L'AMÉLIORATION DU SORT DES CLASSES LABORIEUSES.

La nécessité des bas tarifs et leur action sur le développement de la richesse publique n'étant plus à démontrer aujourd'hui, nous ne nous arrêterons pas sur ce sujet : nous ajouterons seulement quelques mots à ce qui a été dit ailleurs (*Introd.*) sur les résultats que les classes les plus nombreuses de la so-

ciété sont en droit d'attendre de l'application de tarifs proportionnés à leurs ressources et à leurs besoins.

Le peuple n'est pauvre dans nos contrées que parce qu'il paye cher sa nourriture et que relativement le prix des salaires est trop bas. Cet état de choses n'est que l'inévitable conséquence de l'agglomération excessive des ouvriers dans certains grands centres d'industrie. Le peuple est dans l'aisance aux Etats-Unis, parce que les substances alimentaires y sont à bon marché et que le travail, plutôt demandé qu'offert, y est largement rétribué. A la plus légère menace de réduction dans le taux des salaires, l'ouvrier américain n'hésite pas à s'enfoncer dans les savanes de l'Ouest, ou à se rendre dans quelque autre ville du littoral, où il est assuré de rencontrer du travail et du pain. — Ceci sert à démontrer un fait qui du reste ne peut guère être contesté, à savoir que la cause qui contribue le plus à maintenir le prix du travail au-dessous de sa valeur normale, c'est la difficulté extrême que les travailleurs éprouvent à se déplacer, par suite de la lenteur et de la cherté des moyens ordinaires de locomotion. L'invention des chemins de fer a fait disparaître la première de ces causes : on peut voyager aujourd'hui rapidement. Mais, pour l'ouvrier nécessiteux qui cherche du travail, la rapidité de locomotion n'est qu'un avantage illusoire, si l'on n'y joint le bas prix du transport. Il faut donc que le prix des dernières places soit modéré et proportionné aux ressources de la population ouvrière.

Il serait assez difficile de déterminer à l'avance le tarif qui mettra un chemin de fer à la portée des classes ouvrières, si l'expérience de plus de dix années n'avait entièrement décidé de cette importante question. Ce taux, on le conçoit, n'est pas le même dans tous les pays ; il varie avec le prix des salaires et avec la somme du bien-être des diverses populations : l'ouvrier américain, qui, à quelque distance du littoral, gagne de 7 à 9 fr. par jour, pourra évidemment supporter des tarifs plus élevés que l'ouvrier anglais qui gagne à peine la moitié de cette somme, ou que l'ouvrier du continent, encore moins bien rétribué. Le prix des denrées et la situation économique du pays viennent, dans de certaines limites, opérer la répartition de ces différences ; ce sont ces limites que nous aurons à déterminer dans les paragraphes 3 et 4 de ce chapitre.

Examinons auparavant la somme des avantages que pourrait

procurer à la classe ouvrière l'établissement de tarifs en rapport avec ses ressources et ses besoins.

Lorsque, sur une ligne quelconque, on abaisse les tarifs de manière à rendre les chemins de fer accessibles à une plus grande quantité de fortunes, le nombre des voyageurs augmente soudain dans d'énormes proportions. C'est ce dont on se convaincra par l'examen des chiffres suivants. Nous ferons remarquer que ces chiffres ont été obtenus avec des tarifs encore très-élevés et hors de la portée du plus grand nombre; toutefois ils suffisent pour donner une idée des bienfaits immenses qui seraient la suite de l'établissement de tarifs assez modérés pour rendre les railways accessibles à tous.

Ainsi en Angleterre, sur le chemin de Dundee à New-Tyle, une réduction d'un dixième sur le prix des places a accru en six semaines le nombre des voyageurs de 24,002 à 33,272, soit par année une augmentation de circulation de.	74,430 voyag.
Sur celui de Manchester, Bolton et Bury, où il n'existait pas de voitures de troisième classe, l'établissement de ces voitures a produit en six semaines un accroissement de 26,579 à 35,128 voyageurs, soit par année, en supposant uniforme un mouvement qui ne peut que s'accroître, une augmentation de.	76,941 voyag.
Plus tard, la suppression de ces mêmes places fit décroître en six mois le nombre des voyageurs de 206,227 à 139,557, soit une diminution par année de	133,340 voyag.
Sur le Great-Junction, qui se trouvait dans ce même cas, l'augmentation produite par l'établissement de voitures de troisième classe a été de 16,674 voyageurs en trois mois, soit par année.	66,696 voyag.
Les mêmes résultats ont été obtenus par la même cause sur le railway de Londres à Southampton et sur celui de Londres à Birmingham. Sur le premier, l'augmentation annuelle s'est élevée à.	75,190 voyag.
Sur le second, elle a atteint le chiffre considérable de	109,995 voyag.
Sur le chemin de Paris à Saint-Germain, la diminution d'un quart dans le prix des voitures de troisième classe a produit pendant les mois de janvier, février et mars 1839 une augmentation sur l'époque correspondante de 1838, de 76,347 voyageurs, soit par année un chiffre total de.	305,388 voyag.

exemples que nous pourrions multiplier à l'infini.

Enfin nous lisons dans un *Rapport de l'ingénieur du railway de Manchester à Leeds* le passage suivant, qui prouve d'une manière irrécusable que les chemins de fer sont un véhicule essentiellement populaire :

« Dans la belle saison, des commerçants et des commis se servent des voitures de troisième classe; mais *la très-grande majorité* des 650,000 personnes parties dans le courant de l'année *se compose d'artisans dans toute l'acception du mot : fileurs, maçons, charpentiers, forgerons, manœuvres* de toute espèce qui auparavant voyageaient dans de lourdes charrettes et le plus souvent à pied. »

Un fait, non moins concluant que ceux qui précèdent, a été signalé en 1841 à la tribune de Belgique par M. Ch. Rogier, alors ministre des travaux publics et l'homme auquel son pays est surtout redevable du mode de communication dont il jouit aujourd'hui.

« Vers le commencement de 1839, dit M. Rogier, on commença à concevoir des craintes sur les résultats financiers du chemin de fer, et l'on conclut qu'il y avait nécessité absolue d'augmenter au plus tôt ses produits en élevant le tarif, mais de manière cependant à le laisser encore inférieur aux tarifs des chemins de fer étrangers. Le prix des premières et des deuxièmes places ne subit qu'une augmentation légère, comparativement à l'augmentation du prix des wagons ou voitures de troisième classe. Ainsi, pour cette dernière classe de voitures, dont le prix n'était que moitié de celui des deuxièmes classes, le taux en fut porté aux quatre cinquièmes et cinq sixièmes du prix des voitures de deuxième classe, c'est-à-dire à *cinq centimes par voyageur et par kilomètre*, taxe qui cessa d'être en harmonie avec les ressources de l'habitant des campagnes et de la classe ouvrière des villes. — Les effets de cette augmentation de tarif furent immédiats : *les wagons devinrent déserts*... L'augmentation fut surtout sensible en ce qui concerne les voyageurs pauvres. L'*ouvrier* qui se rendait à son travail, l'*habitant des campagnes* qui portait ses produits sur les marchés voisins, en un mot, *tous les voyageurs à petites distances furent repoussés du chemin de fer par l'application du nouveau tarif*.

» Après quatre mois d'expérience, continue M. Rogier, on reconnut la nécessité de faire cesser un état de choses si préjudiciable aux relations des populations entre elles, et l'on réta-

blit le tarif des wagons à peu près à l'ancien taux » (*Rapport de l'administration du chemin de fer belge en* 1841).

De tels faits, et plusieurs autres encore que nous pourrions citer, font assez ressortir l'influence que les tarifs des chemins de fer peuvent exercer sur le bien-être des populations, et la nécessité qu'il y a de les établir de manière à ce qu'ils se trouvent en harmonie avec les ressources dont peuvent disposer les ouvriers des villes et des campagnes. Et en effet, ces voyageurs de surcroît qui arrivent lorsque l'on diminue le tarif ou que l'on établit des voitures de troisième classe sur des lignes où elles n'existaient pas, ceux qu'un tarif trop élevé éloigne des chemins de fer, tous appartiennent à la classe ouvrière, et ce n'est qu'en se déplaçant au fur et à mesure de leurs besoins, qu'ils peuvent espérer retirer de leur labeur un produit suffisant.

Le temps, le seul capital qui soit à la portée du prolétaire, n'est productif qu'à la condition de recevoir un bon placement. Il est donc évident qu'une invention qui a pour effet de conduire l'ouvrier avec économie et vitesse partout où il y aura du travail, constitue véritablement pour lui un accroissement de revenu.

C'est surtout envisagés à ce point de vue, que les chemins de fer, invention éminemment populaire, nous apparaissent comme de puissants agents du progrès démocratique destinés à procurer à tous des avantages demeurés jusqu'ici l'apanage exclusif de quelques-uns. Car, qu'on le remarque bien, tous ces voyageurs de troisième classe qui arrivent en si grand nombre au chemin de fer lorsque le taux des tarifs n'est pas supérieur aux ressources dont ils disposent, ne se déplacent pas dans le but de satisfaire une vaine curiosité : ils voyagent dans l'intérêt de leur industrie, les uns pour se procurer du travail, d'autres pour conduire rapidement et à peu de frais sur les marchés voisins des denrées à l'usage de chacun ; tous tendent à améliorer leur condition ou à la rendre moins précaire ; tous aussi, par la réunion de leurs efforts, contribuent à augmenter l'aisance et à accroître la puissance productive des sociétés. Otez-leur cette précieuse faculté d'un déplacement économique, et vous les privez par là d'une partie de leurs moyens d'existence, tout en déterminant dans le prix des denrées et dans la valeur de tous les objets indistinctement, une hausse factice dont se ressentiront toutes les classes de la société, et qui pèsera plus par-

ticulièrement sur les nombreux consommateurs des classes pauvres.

On ne saurait donc blâmer trop sévèrement toute combinaison qui tendrait à enlever aux chemins de fer leur véritable destination, en ne les rendant accessibles qu'au transport des voyageurs et des produits de la classe bourgeoise. Malheureusement c'est ce qui arrive en France, où la fixation du taux des tarifs, abandonnée au régime du bon plaisir de l'intérêt privé, n'est graduée, ni d'après le chiffre des frais d'établissement du chemin, ni d'après celui des dépenses réelles de son exploitation.

§ 3.

INFLUENCE ÉCONOMIQUE DES TARIFS EN DIFFÉRENTS PAYS.

Suivant la marche que nous nous sommes tracée dans les chapitres qui précèdent, nous aurons à étudier ici, sous le rapport des tarifs, la situation actuelle des chemins de fer aux Etats-Unis, en Angleterre, en Belgique et en Allemagne. Ces pays, ayant devancé la France dans la question des chemins de fer, possèdent sur ce point une expérience qui nous manque et qu'il ne dépend que de nous d'utiliser à notre profit.

Dans cette étude, nous devrons nécessairement tenir compte des différences matérielles et morales que présentent ces différents pays, n'embrassant les faits que dans leurs rapports respectifs de nationalité et d'application. Ainsi, après avoir examiné l'état des tarifs, nous rechercherons quelle est leur influence sur l'économie sociale de ces pays, influence très-diverse et qui dépend non-seulement des principes généraux qui ont servi de base à l'établissement des chemins de fer, si ces derniers ont été exécutés par l'Etat ou par des compagnies, dans quel esprit ils sont administrés, quelle est la quotité de leur tarif; mais aussi et par-dessus tout, de l'état du pays traversé, de la densité de la population et de sa richesse, du goût et des habitudes de locomotion qui la distinguent.

Appliquant à la France, sous les réserves indiquées, l'ensemble des faits ainsi recueillis, nous aurons à déterminer, après un regard rapide jeté sur l'état de la question dans ce pays, les tarifs qui doivent lui être appliqués, si on veut que la plus grande d'entre les nations conserve les éléments de puissance

et de richesse que la Providence lui a si généreusement accordés.

Nous commencerons cette revue par les Etats-Unis d'Amérique, c'est-à-dire par celui d'entre ces pays qui possède le plus grand nombre de chemins de fer, et qui s'en est servi avec le plus de succès pour progresser rapidement dans les voies nouvelles de la civilisation.

DES TARIFS AUX ÉTATS-UNIS.

Quand on examine le tableau des tarifs des chemins de fer aux Etats-Unis et l'ensemble des dispositions législatives qui les concernent, on reste frappé de l'infinie variété qu'on y rencontre : chaque Etat a ses codes, son gouvernement et ses deux chambres législatives, qui s'occupent principalement des grandes entreprises de travaux et d'utilité publique et que l'ardeur des innovations pousse souvent au désir de se distinguer des assemblées des Etats voisins. Toutefois, malgré cette variété dans les dispositions législatives des différents Etats, on peut distinguer entre eux quelques traits généraux.

Ainsi dans ceux qui ont le mieux conservé le cachet anglais, tels que le Massachussets, New-York et la Virginie, les législatures, suivant l'exemple du parlement britannique, ont laissé une grande latitude aux compagnies, qui sont restées maîtresses presque absolues des tarifs : le maximum des tarifs est tellement élevé, que là, comme ailleurs, cette mesure est rendue véritablement illusoire. Toutefois les Etats, dans des cas déterminés, se réservent la faculté de reviser les tarifs ou d'en prescrire la réduction, lorsque les dividendes des actionnaires deviennent trop élevés. Les Etats où le cachet anglais s'est moins bien conservé, tels que la Pensylvanie et le Maryland, se sont particulièrement attachés à s'éloigner des errements britanniques à l'égard des tarifs. C'est ainsi qu'en Pensylvanie l'Etat lui-même a exécuté l'artère principale allant de Philadelphie à l'Ohio, et, comme il arrive toujours, lorsque l'Etat exécute lui-même, les tarifs sont extrêmement modérés. Les compagnies qui ont établi des lignes dans ce même Etat sont soumises à des *maximum*, pour les tarifs comme pour les dividendes. Ceux-ci ne peuvent dépasser 10 à 12 pour 100 : le maximum pour les tarifs varie entre 13 et 19 centimes par voyageur

transporté à la distance de 1 kilomètre. Dans le Maryland, il varie à peu près dans les mêmes limites. De tous les Etats de l'Union qui ont cru devoir limiter les tarifs, la Virginie est celui qui a fait aux compagnies les meilleures conditions: les prix varient entre 16 et 25 centimes.

Du reste les compagnies américaines usent très-diversement de la latitude plus ou moins grande que leur laissent les législatures, tandis que dans la Virginie le tarif perçu varie entre 19 et 22 centimes; il n'est que de 11 à 15 centimes dans les Etats de New-York, de Massachussets et de Maryland. Le prix le plus élevé de toute l'Union est perçu sur le chemin qui va de la Nouvelle-Orléans au lac Pontchartrain : il est de 28 centimes et demi par voyageur et par kilomètre; mais ce prix élevé n'est dû qu'à la situation toute exceptionnelle des contrées desservies. On sait en effet que la Nouvelle-Orléans est une des villes du monde où l'argent a le moins de valeur; la monnaie de cuivre y est inconnue, la plus petite monnaie qu'on y trouve est une pièce d'argent nommée *picayne*, d'une valeur d'environ 32 centimes.

Voici en résumé le tarif des principales lignes américaines :

	Maximum.	Prix perçu.
Etat de New-York.		
Shenectady à Utica	13,3	12,7
New-York à Philadelphie		15,7
Albany à Shenectady		16,6
Etat de Massachussets.		
Boston à Worcester		11,3
Boston à Lowell		12,7
Boston à Providence		15,9
Etat de Maryland.		
Baltimore à l'Ohio		13,3
Baltimore à Washington		22,2
Etat de Virginie.		
Petersburg au Roanoke		19,6
Winchester au Potomac		19,9
Richemond à Fredericksburg		22,1

Quant aux différentes lignes construites et exploitées par l'Etat de Pensylvanie, leur tarif est en moyenne de 12 à 13,3

centimes. Ainsi donc la moyenne des tarifs sur les principaux chemins de fer américains est de 15,2 centimes, chiffre, nous le répétons, très-modéré, eu égard à la prospérité et à la richesse matérielle du pays.

Cet état de choses est démontré par un fait significatif, recueilli par M. Michel Chevalier dans son *Histoire des voies de communication aux Etats-Unis*, et qui justifie pleinement notre assertion. Il n'existe que deux sortes de places sur les chemins de fer américains, *des premières et des secondes*. Or, tandis qu'en Europe la foule se porte de préférence aux places les moins chères, *aux Etats-Unis les premières sont toujours occupées avant les secondes*. On trouverait difficilement, il faut l'avouer, une preuve plus concluante de la prospérité matérielle d'un pays; évidemment il n'appartient qu'à un peuple riche de placer ainsi avant toute considération d'économie, la satisfaction de ses besoins de vanité ou de confortable.

Occupons-nous maintenant d'un petit pays d'Europe, remarquable par l'extension qu'y ont acquise les nouvelles voies de communication. Nous voulons parler de la Belgique et de son système d'exploitation, qui, dès l'origine, a donné aux chemins de fer de ce pays un caractère essentiellement national.

DES TARIFS EN BELGIQUE.

Un grand principe de justice distributive a, dès l'origine, dominé la question de l'exploitation des chemins de fer de Belgique. On a compris que ces chemins, construits avec les deniers de tous les contribuables, devaient être accessibles à tous, et l'on a fixé le taux des tarifs en conséquence. Quant à la classification du prix des espèces de voitures, on a eu principalement pour but de favoriser les voyageurs des classes pauvres. Ainsi, tandis qu'en France la plupart des compagnies rançonnent impitoyablement les voyageurs de troisième classe, en exigeant de leur transport un prix qui s'élève à la *moitié* du prix des voitures de première classe, on a gradué en Belgique les premiers tarifs de telle manière, que le prix des wagons ne s'élevât qu'à la *moitié* de celui des voitures de seconde classe et au *tiers* seulement de celui des premières.

D'après ce système, le prix par kilomètre, pour les différentes classes de voitures, fut ainsi fixé dès l'origine :

Diligences.	7,8
Chars à bancs.	5
Wagons.	2,5

Grâce à ce tarif, le chemin de fer belge prit en peu de temps l'essor le plus rapide et le plus imprévu : à eux seuls les wagons transportèrent trois fois autant de voyageurs que les deux autres classes de voitures réunies (1). De légères modifications eurent lieu dans ces tarifs : on augmenta le prix des troisièmes et l'on diminua celui des premières. Néanmoins, par le fait de la jonction successive des grandes villes commerciales, la circulation ne se trouva pas réduite ; en 1835 et 1836 le chemin de fer donna 7 trois quarts et 10 pour 100 d'intérêt.

Dans les deux années qui suivirent, la situation changea : les premières sections, traversant des terrains faciles, n'avaient exigé que de faibles dépenses; les autres lignes, particulièrement celles de l'Est, absorbèrent, par des travaux coûteux, des sommes considérables. Dès lors les recettes cessèrent de s'accroître, le produit tomba en 1837 à 1 et quatre cinquièmes pour 100 et en 1838 à 1 et un quart pour 100. Des circonstances particulières et momentanées motivaient, bien plus que l'augmentation des frais d'établissement, ce fâcheux résultat (2) : l'on n'en tint aucun compte, et l'on commença à craindre que, sous le rapport financier, le chemin de fer ne devînt une charge pour l'Etat. On crut un instant qu'il ne couvrirait même pas ses frais d'exploitation.

Le tarif élevé de 1839 fut le résultat de toutes ces appréhensions ; le prix par kilomètre se trouva ainsi fixé :

Diligences.	10 cent.
Chars à bancs.	6
Wagons.	5

(1) *Rapport de M. Rogier, ministre des travaux publics, pour l'année* 1840.

(2) Des quatre sections ouvertes en 1837 et des quatre sections ouvertes en 1838, trois ne furent exploitées que pendant deux hivers et un été seulement, et deux autres pendant un hiver et un seul mois d'été seulement (*Rapport de M. Rogier*).

Ainsi le prix des troisièmes places s'élevait, comme aujourd'hui en France, à la moitié du prix des premières. Nous avons vu quels ont été les résultats de cette augmentation : le principe de justice distributive qui avait présidé à la graduation du premier tarif n'étant plus observé, le chemin de fer, construit et exploité aux frais de tous, cessa d'être accessible au plus grand nombre. LES WAGONS DEVINRENT DÉSERTS.

Les partisans du nouveau tarif disaient qu'il fallait avant tout que le chemin couvrît l'intérêt du capital d'établissement et les frais d'exploitation. Cependant leurs prévisions furent trompées; le nouveau tarif DIMINUA D'UN QUART le chiffre de la circulation, et ne releva que médiocrement les recettes; le produit net, qui avait été pour 1837 et 1838 d'un et quatre cinquièmes et d'un et un quart pour 100, ne s'éleva qu'à 2 trois quarts pour 100. Il se releva, il est vrai, grâce à une légère modification dans les prix des tarifs, à 4 pour 100 dès l'année suivante; mais en revanche, la circulation se ressentit longtemps du coup qu'elle avait reçu : en 1838 elle avait été de 2,103,910 voyageurs; en 1839 elle ne fut que de 1,652,039, et en 1840 de 1,962,104, malgré l'ouverture de quatre nouvelles sections, d'un développement total de 105 kilomètres.

Un arrêté du 22 juillet 1839 fixa à 3 centimes le prix des troisièmes classes, en laissant subsister celui des deux premières classes. En 1841, l'administration établit un nouveau tarif pour lequel le taux des différentes places se trouvait ainsi gradué.

Premières.	8 cent.
Deuxièmes.	5
Troisièmes.	2,9

Ainsi donc le prix des premières places et celui des deuxièmes avaient seuls subi une diminution sensible; celui des troisièmes n'était réduit que d'un dixième de centime seulement. Cette réduction rendit un vif essor à la circulation; mais elle ne pouvait accroître le nombre des voyageurs dans des proportions suffisantes pour compenser le surplus des frais qui en étaient la suite; aussi le chiffre des recettes diminua-t-il d'une manière sensible, malgré l'augmentation du nombre des voyageurs. Un moyen infaillible de relever les recettes, c'eût été de

réduire davantage encore le taux des tarifs. En amenant au chemin de fer un plus grand nombre de voyageurs, on eût diminué d'autant le droit de péage qui forme à lui seul les deux tiers du tarif et qui, on le sait, pèse d'autant moins qu'il peut se répartir sur un plus grand nombre d'unités; on eût diminué également les frais de traction en utilisant une plus grande partie de la puissance des locomotives. Mais l'administration, dominée par les suggestions d'un parti qui cherche à faire considérer le déplacement des populations comme la source de plusieurs maux, augmenta ce tarif de manière à obtenir un plus grand produit avec un moindre nombre de voyageurs.

Voici, en résumé, le tableau comparatif des différents tarifs successivement appliqués au railway belge.

	1[res].	2[es].	3[es].
Tarif des années 1835 à 1838 (moyenne). .	7,5	4,5	2,5
Tarif du 3 février 1839, avec les modifications apportées au taux des troisièmes places par la loi du 22 juillet.	10	6	5 3
Tarif du 10 avril 1841.	8	5	2,9
Tarif du 22 mars 1842.	7,6	5,6	3,3

On remarquera que ce dernier tarif, quoique plus élevé que la plupart de ceux qui l'ont précédé, est encore inférieur de *moitié*, quant au prix des troisièmes places, à la moyenne du taux que les compagnies, en France, ont établi pour les voitures de la même classe.

Si l'administration des chemins de fer de Belgique n'a pas encore réduit le taux des tarifs autant qu'il serait possible de le faire sans nuire aux intérêts du trésor, il faut dire aussi qu'elle a eu à surmonter toutes les conséquences défavorables de sa courageuse résolution de couvrir le pays de chemins de fer, alors que tout était encore vague et incertain dans l'exploitation des voies nouvelles. L'expérience, on le sait, coûte toujours fort cher et ne s'obtient qu'au prix de grands sacrifices. Mais aujourd'hui que l'expérience a définitivement prononcé sur les bienfaisants résultats des bas tarifs, on ne peut mettre en doute que la Belgique ne prenne l'initiative de la création d'une exploitation véritablement populaire des railways.

Quoi qu'il en soit, il est un fait que l'on peut affirmer, c'est

qu'en aucun pays le gouvernement ne s'est aussi vivement préoccupé de l'influence qu'exercent les tarifs sur les intérêts des populations. Nous verrons plus loin, dans le paragraphe 4 de ce chapitre, quelles ont été la mesure de cette influence et la somme des services que l'administration intelligente des chemins de fer de Belgique a rendus à ce pays.

DES TARIFS EN ALLEMAGNE.

Les différents Etats de l'Allemagne, dépourvus qu'ils étaient de grandes ressources financières, se sont préoccupés avant tout de se pourvoir de chemins de fer aux moindres frais possibles. L'Autriche, le Hanovre, la Bavière, le Wurtemberg et le grand-duché de Bade ont pris à leur charge l'exécution et l'exploitation des voies nouvelles; la Prusse, la Saxe et la plupart des petits Etats ont dû s'appuyer sur le ruineux concours des compagnies, qui généralement ont exigé des concessions perpétuelles.

La pauvreté des populations allemandes et leur extrême dissémination sur de vastes territoires ont rendu les entreprises de chemins de fer moins productives que dans la plupart des autres pays. Les compagnies, ne voulant en rien sacrifier leurs intérêts à ceux des populations, ont établi sur leurs lignes des tarifs qui, en Allemagne, où la rareté du numéraire est très-grande, sont considérés comme exorbitants. Voici comment ont été gradués les tarifs sur les principaux railways de ce pays.

DÉSIGNATION DES CHEMINS.	1res PLACES.	2es places.	3es PLACES.
	c.	c.	c.
De Cologne à la frontière belge. . . .	10,6	8	5,2
De Leipzig à Dresde.	10	7,2	4,8
De Leipzig à Magdebourg	9,8	6,4	4,2
De Munich à Augsbourg.	11,8	8,8	4,1
De Berlin à la frontière de Saxe.. . .	10	7,4	4
De Berlin à Stettin	9,8	7	3,9
Chemins de fer autrichiens.	10	7,2	3,5
Chemins de fer badois	8	5,6	3,3

D'après ce tableau, les tarifs les plus modérés sont ceux des chemins autrichiens et badois, construits et exploités par l'Etat. Ce fait est d'autant plus digne de remarque, que ces chemins sont ceux dont les frais d'établissement sont le plus élevés, La construction des chemins badois, par exemple, s'est élevée à plus du double de celle des autres lignes de l'Allemagne (702,000 fr. par kilomètre). Il est une autre ligne, celle de Brunswick à Hartzbourg, également construite par l'Etat, sur laquelle le taux des voitures de troisième classe ne s'élève qu'à 2,7.

Bien que, en général, les tarifs allemands paraissent modérés, il est certain que ceux des chemins construits et exploités par l'Etat sont les seuls qui soient véritablement accessibles à toutes les classes de la société. Nous reviendrons bientôt sur ce sujet.

Il ne nous reste plus, avant de nous occuper de l'état des tarifs en France, qu'à examiner de quelle manière est entendue de l'autre côté du détroit l'exploitation des chemins de fer au profit des particuliers.

DES TARIFS EN ANGLETERRE.

Dans le chapitre précédent nous avons vu qu'à l'instar du pays qu'ils desservent les railways anglais sont aristocratiquement gouvernés, en ce sens qu'on a peu cherché jusqu'ici à y attirer la multitude, et que tous sont tarifés de manière à en rendre l'accès impossible à l'immense majorité de la classe ouvrière des villes et des campagnes. Nous avons expliqué les causes de ce fait; nous ne voulons examiner ici que ses effets, sous le rapport des tarifs.

Dans ses concessions aux compagnies, le parlement anglais a pour principe de laisser à ces dernières (qui ne se font pas faute d'en abuser) la plus grande latitude pour la fixation des tarifs. Lorsqu'il juge convenable de leur imposer certaines limites, il ne fait aucune distinction entre les voyageurs pauvres ou riches; il fixe un maximum unique, qui est ordinairement de 25 centimes par tête et par kilomètre; de sorte qu'en réalité les compagnies anglaises se trouvent maitresses absolues du tarif à l'égard de tous les voyageurs, à l'égard surtout de la fraction la plus nombreuse. La manière dont les chemins de fer anglais sont exploités, — fait observer avec raison un économiste

distingué, — les rend à beaucoup d'égards *inférieurs* aux modestes *routes de terre* auxquelles on a voulu les substituer (Michel Chevalier, *Economie politique*, XIV[e] leçon).

L'exemple des compagnies anglaises étant souvent suivi, timidement et de loin, il est vrai, par leurs émules de France, nous ne pouvons mieux faire que de suivre, pour les tarifs des chemins de fer anglais, l'habile auteur du *Railway Reform*. Cette brochure, que sa richesse en documents statistiques officiels rend d'un si haut intérêt pour l'étude de l'exploitation des chemins de fer, est bien faite pour inspirer en ce moment à la France les plus sérieuses réflexions sur l'avenir que lui préparent ses législateurs et ses gouvernants.

L'auteur ne s'attache que légèrement à démontrer, ce que chacun sait déjà, que l'intervention du parlement dans l'établissement des chemins de fer a été sans aucun résultat pour le bien public. Les tarifs élevés, par rapport aux frais de traction, étant la conséquence d'une législation éminemment vicieuse, c'est au parlement et non aux compagnies qu'il attribue la responsabilité des charges onéreuses qui pèsent si lourdement sur les classes laborieuses de son pays. « Les compagnies, dit-il, ont le même droit d'exiger des tarifs élevés qu'un boutiquier qui enfle le prix de sa marchandise; si la législature ne pourvoit pas au bien-être du public, pourquoi serait-ce à elles d'y pourvoir? » Ces réserves établies, il passe à l'examen comparatif des tarifs des principales lignes anglaises. En voici le résultat par voyageur et par kilomètre :

Convoi de première classe.

Sur 13 chemins les prix varient entre	22	et	18 cent.
Sur 8 id. ils sont de.	18	à	14
Sur 9 id. ils sont de.	14	à	10

Convoi de deuxième classe.

Sur 11 chemins les tarifs varient entre	15	et	13 cent.
Sur 18 autres les prix sont de.	13	à	9

Convoi de troisième classe.

Sur 11 chemins les tarifs varient entre	10	et	8 cent.
Sur 16 autres ils sont de.	8	à	5
Sur le chemin d'Ulster.			3,2
Sur celui de Glascow à Greenock. . . .			1,7



On ne peut examiner ce tableau sans être frappé du défaut d'uniformité des différents tarifs. Certaines compagnies ont porté leur prix aussi haut que la loi le leur permettait, tandis que d'autres l'ont abaissé à un taux beaucoup plus modéré. Une compagnie importante, celle de Glascow à Greenock, a fixé son tarif de troisième classe à un taux dont on chercherait vainement ailleurs un second exemple. Un fait à signaler, c'est que ce tarif, si modique, procure à la compagnie une diminution de 2 pour cent sur les frais d'exploitation, sans que la recette soit moins considérable que lorsque le tarif était TROIS fois plus élevé qu'aujourd'hui. On se tromperait donc si l'on attribuait cette inégalité du taux des tarifs à la différence des frais d'exploitation sur ces différentes lignes.

L'auteur anglais, à l'aide de documents officiels, est parvenu à établir les prix de revient du transport sur vingt-six lignes de chemins de fer. Le tableau suivant, dont l'exactitude n'a pu être contestée, même par les compagnies intéressées à en atténuer l'effet, est le résultat moyen de tous ses calculs; il sert à faire voir jusqu'à quel point on pourrait réduire la dépense intrinsèque du transport, si les compagnies voulaient diminuer leurs tarifs dans des proportions suffisantes pour tripler le total de la circulation. Ce tableau corrobore le fait suivant, énoncé par M. Teisserenc, qu'un chemin de fer qui portera 200,000 voyageurs par année pourra supporter, à bénéfice égal, un tarif MOITIÉ MOINDRE de celui que nécessiterait un chemin de fer des deux tiers moins fréquenté.

Tableau résumé, contenant l'examen des dépenses occasionnées par le transport de chaque voyageur sur les principaux chemins de fer du royaume-uni.

PRIX DE REVIENT DU TRANSPORT.	1re CLASSE.	2e CLASSE.	3e CLASSE.
	fr. c.	fr. c.	fr. c.
Prix moyen, par kilomètre, du transport de chaque voyageur sur 26 des principaux railways du royaume uni.	» 02	» 01,3	» 00,9
Moyenne de la dépense par kilomètre.	» 07,2	» 05	» 03,1
Id., s'ils transportaient trois fois plus de passagers.	» 02,6	» 02	» 01,3
Le prix de revient du transport d'un voyageur sur le chemin de Birmingham à Glocester, où il est le plus élevé, est de.	» 12,2	» 09	» 05
La compagnie de Londres à Birmingham, dont les tarifs sont les plus élevés, fait payer par kilomètre. . . .	» 22,8	» 17,6	» 09,7
Celle de Glascow à Greenock, dont les tarifs sont les plus modérés, fait payer aussi par kilomètre	» 08.7	» 05,2	» 01,7

La livre sterling est comptée sur le pied de 25 fr. 25 c.; le mille anglais sur celui de 1^k,609. Les recettes qui ont servi pour ce tableau sont celles du second semestre de l'année 1842.

Toute réflexion serait inutile en présence de tels résultats. Nous nous bornerons à comparer, d'après le tableau général que nous avons sous les yeux, les conditions de l'exploitation des deux lignes dont les tarifs varient à l'extrême : celle de Londres à Birmingham et celle de Glascow à Greenock.

L'énorme différence des résultats entre ces deux lignes résulte uniquement du mode d'exploitation adopté, du plus ou moins d'économie apporté dans les frais d'administration et dans ceux de locomotion ; nous n'indiquerons que les principaux d'entre ces résultats.

La compagnie de Londres à Birmingham fait payer par kilomètre à un voyageur de troisième classe. . . . . 9 cent. 7/10
Celle de Glascow à Greenock, seulement. 1 7/10

Différence. . . . . . . 8 cent. par voyageur et par kilomètre.

Les dépenses d'exploitation de la première s'élèvent, relativement à la totalité des recettes, à 33 pour cent; celles de la seconde à 48 pour cent de la recette. Conséquemment

Le transport du voyageur ne coûte à la compagnie de Londres à Birmingham que. . . . . 3 cent. 2/10
Sur le chemin de Glascow à Greenock, dont les dépenses s'élèvent à 48 pour cent du chiffre des recettes, ce même voyageur ne coûtera par kilomètre que. . . . 8/10

Différence. . . . . . . 2 cent. 4/10
par voyageur transporté à la distance de 1 kilomètre.

Cette immense différence s'explique par la moyenne du nombre des voyageurs par chaque convoi. Elle est de

267 sur le chemin de Glascow à Greenock, et de
81 seulement sur le chemin de Londres à Birmingham.

Différence 186 voyageurs en plus sur le chemin de Glascow.

Cette différence seule suffirait pour faire varier, dans les limites que nous venons d'indiquer, les frais du service de ce dernier chemin, indépendamment des nombreux abus qui ont lieu dans son mode d'exploitation.

Sur le chemin de Birmingham à Glocester, qui est celui où le prix de revient du transport d'un voyageur est le plus élevé,

La puissance locomotive coûte par kilomètre 88 centimes, soit par voyageur. . . . . 1 cent. 1/10
Sur celui de Glascow à Greenock. 0 2/10

De tous ces faits il résulte que le prix de revient du transport de chaque voyageur ne s'élève qu'au *tiers seulement du prix exigé par le tarif* (1), en admettant que les compagnies

(1) Cette influence du nombre des voyageurs par convoi sur l'économie du transport se conçoit aisément par suite de la puissance prodigieuse qu'ont les locomotives sur les chemins de fer : cette puissance

taxent chaque classe de voyageurs en proportion de la dépense qu'elle lui occasionne, ce qui n'est jamais la proportion rigoureusement suivie. Un tel état de choses réclame sans aucun doute de grandes et sévères modifications ; il est impossible que l'intérêt de tout un pays soit sacrifié plus longtemps, et dans de pareilles limites, au profit exclusif de quelques individus.

Nous terminerons par l'examen comparatif du tarif de troisième classe sur quelques autres lignes, toujours en comparant, avec l'auteur que nous suivons, le chiffre de la dépense avec celui des recettes.

DÉSIGNATION DES CHEMINS.	Prix de revient par voyageur à 1 kilomètre.	Prix par kilom. des voitures de 3e classe.
Liverpool à Manchester	5,4	11,6
North-Union	4,3	10,5
Londres à Birmingham	3,2	9,7
Great-Western	3,6	8,1
Dublin à Kingston	2	4,3
Ulster-Railway	2,1	4,2
Glasgow à Greenock	0,7	1,7

On le voit : sur ces chemins le prix des troisièmes places varie depuis 11 centimes six dixièmes jusqu'à 1 centime sept dixièmes ; dans le premier cas la dépense comparée à la recette est de 48 pour cent ; dans le deuxième, elle est de 45 pour cent, Ainsi celui qui reçoit ne fait pas la moindre attention à celui qui paye ; il ne voit qu'une chose, son intérêt ; il ne s'inquiète que du tarif qui lui rapportera le plus : si celui de 11,6 centimes augmente son revenu d'un huitième pour cent de plus que celui de 1,7 centime, il l'adoptera sans hésiter. — « Nous nous soumettrions en silence aux charges énormes qui pèsent sur nous par suite du système pratiqué par les compagnies, dit en terminant l'auteur du *Railway Reform*, si elles provenaient du prix de revient de transport, ou d'autres dépenses

est pour ainsi dire sans limites. Ainsi les locomotives du Great-Western transportent chacune par jour 3,000 voyageurs en trois convois. Il arrive que des convois partis avec 20 voyageurs seulement arrivent à destination avec 8 à 900 voyageurs recueillis en route, et ce sans aucun retard et sans une consommation sensiblement plus forte de combustible.

indispensables. Mais lorsque rien de tel n'existe, lorsque tout le système, d'un bout à l'autre, est artificiel et arbitraire, lorsque les frais de voyage sur un chemin de fer sont trois ou quatre fois plus élevés que sur d'autres, sans qu'il y ait privilége, et par le seul effet de la volonté des compagnies, lorsque tout le monde est imposé arbitrairement sur un objet de première nécessité, il nous semble qu'on doit examiner ce système de plus près qu'on ne l'a fait jusqu'à présent et aviser aux changements qu'on peut y introduire. »

Nous laissons à d'autres le soin de dévoiler les abus si divers auxquels donnent lieu l'odieux système d'exploitation des chemins de fer anglais, abus bien graves, puisqu'ils ont amené l'Angleterre, ce pays où l'individu est tout et le gouvernement rien, à regretter que les compagnies aient à perpétuité le monopole des chemins de fer, et à désirer que le gouvernement, que le trésor public, grevé d'une dette dont les seuls arrérages s'élèvent à plus de *sept cent cinquante millions de francs*, rachète, au nom et pour le compte de l'intérêt général, 57 lignes de chemins de fer d'un développement de 2,800 kilomètres, d'une valeur totale de près de *deux milliards* (1)!...

(1) Voici, en résumé, les calculs sur lesquels a été établi le système de rachat proposé.

L'auteur commence par établir que sur toutes les lignes de chemins de fer il y a excédant de recettes sur les dépenses ; mais, sur cinquante-cinq chemins par lui cités, douze seulement font de bonnes affaires, en ce sens que le bénéfice net leur permet, après un prélèvement de 4 pour 100 d'intérêt, d'imputer un excédant sur l'amortissement du capital. Toutes les autres ne rapportent que 4 pour 100 ou au-dessous du capital dépensé. — Sur ces cinquante-cinq lignes il en prend vingt-cinq dont il établit le compte des recettes et des dépenses annuelles. Cette opération donne une moyenne de 41 pour 100 de frais et 59 pour 100 de bénéfice.

Le gouvernement, en prenant cet ensemble pour règle générale, pourrait, une fois maître des chemins, abaisser les tarifs d'environ 59 pour 100. Les frais deviendraient, il est vrai, plus considérables ; mais leur augmentation serait couverte en partie, peut-être même en totalité, par les nouvelles recettes qui seraient la suite de l'accroissement prodigieux que la circulation recevrait de cet abaissement du tarif. — D'un

DES TARIFS EN FRANCE.

Quand on compare aux tarifs étrangers ceux des principaux

autre côté, on ferait de notables économies sur la totalité des frais d'exploitation : en marchant à charge plus complète, on diminuerait les *frais de traction* ; en centralisant toutes les administrations séparées, on réduirait considérablement le chiffre des *frais généraux*. Du reste le déficit, si même il existait, ne serait que léger et nullement en rapport avec les avantages que le pays retirerait du nouveau mode d'exploitation.

Partant de ces considérations, l'auteur du *Railway Reform* arrive à conclure que le gouvernement doit opérer le rachat des cinquante-cinq lignes sus-nommées, lesquelles forment la presque totalité des voies de fer de la Grande-Bretagne. Voici le mode de rachat qu'il propose :

Laissant de côté le coût de la construction des cinquante-cinq lignes à racheter (1 milliard 504 millions), il les évalue avec perte pour les uns, gain pour les autres, d'après le taux vénal de leurs actions à 1 milliard 600 millions. — Ces cinquante-cinq lignes rapportent environ 73,650,000 francs.

L'Etat rembourserait cette valeur de 1 milliard 600 millions en rentes 3 pour cent, à 106 francs (le 3 pour cent anglais étant à 94 fr.) par chaque 100 francs ; ce qui ferait une rente annuelle de 56,275,000 francs que l'Angleterre aurait à ajouter à sa dette, soit.		56,275,000 fr.
L'augmentation de dépense, provenant de la multiplication du nombre de voyageurs et de marchandises (*a*), est évaluée à.		25,000,000
Il y aurait encore à porter en compte 3 millions payés aux postes par les chemins de fer actuels. . . .		3,000,000
La dépense annuelle à la charge de l'Etat serait donc de.		84,275,000 fr.
Mais cette dépense serait compensée par		
1° Le montant net des recettes actuelles.	fr. 73,650,000	
2° L'économie à apporter dans les frais généraux de direction et d'administration.	7,500,000	
3° Le bénéfice sur le transport des malles.	3,750,000 (*b*)	84,900,000 fr.

Par cette opération les recettes se trouveraient presque balancées.

Ainsi donc, si ce plan hardi s'exécute, le gouvernement anglais de-

(*a*) L'auteur suppose, bien entendu, que le gouvernement, devenu le maître des chemins de fer, abaisserait les tarifs.

(*b*) Cette somme représente l'accroissement probable du revenu des postes par suite des facilités plus grandes créées pour le transport. Des 55 chemins en question, l'administration en emploie 20 d'une façon assez irrégulière, et cinq seulement sur la totalité servant au transport des malles-postes.

chemins de fer français, on reste frappé d'un fait qui témoigne de la sollicitude que montrent les compagnies pour les intérêts des classes pauvres. Ce fait dérive non-seulement de l'élévation générale des tarifs, mais encore de l'arbitraire qui a présidé à la classification des différentes places. Ainsi, tandis qu'en Allemagne, en Belgique et même en Angleterre, le taux des voitures de troisième classe est de près des *deux tiers* moins élevé que celui des premières, il s'élève en France à plus de moitié du prix des voitures de première classe. Ce fait révèle l'esprit d'équité qui dirige nos gros capitalistes; il dénote que leur unique désir est de satisfaire aux commodités des classes riches et aisées, sans s'inquiéter des besoins de plus en plus nombreux des classes travailleuses.

Mais passons à l'examen particulier de ces différents tarifs; commençons par ceux des lignes qui aboutissent à la capitale et qui doivent à l'avantage de cette situation exceptionnelle une circulation considérable, qui donnerait les moyens de réduire considérablement le taux des tarifs.

La compagnie du chemin de Paris à Saint-Germain a tenté à ce sujet diverses expériences qui n'ont abouti à aucun résultat financier. Mais il faut ajouter que ce chemin était moins que tout autre en mesure de présenter des faits décisifs sur ce point important, tant à cause de sa faible étendue, qui le place dans une situation économique très-désavantageuse, qu'en raison du peu de fixité des besoins qu'il est appelé à desservir. Ajoutons en dernière analyse que la diminution du taux des tarifs n'a jamais été assez considérable pour déterminer un accroissement de plus d'un tiers dans le chiffre de la circulation.

Voici comment est gradué le tarif, actuellement perçu sur ce chemin, par voyageur transporté à 1 kilomètre.

Voitures de première classe.	cent.	9,2
Voitures de deuxième classe..		7
Wagons.		5

viendra maître de la viabilité intérieure de son territoire, sans qu'il ait à supporter aucune dépense extraordinaire, et la grande masse de la population pourra jouir du bienfait des chemins de fer dont elle a été jusqu'ici si inhumainement sevrée.

L'expérience des deux chemins de Paris à Versailles a démontré à l'évidence l'impossibilité d'établir entre deux exploitations de chemins de fer une concurrence avantageuse au public. Le chemin de la rive droite était concédé, et les travaux très-avancés, lorsque fut décidé, pour des raisons qu'il serait hors de propos d'examiner ici, l'établissement d'une ligne rivale. — L'effet de cette double exploitation a été des plus désastreux. — Les tarifs ont été presque doublés, au grand préjudice des populations et sans qu'aucune des deux exploitations ait réussi à faire de bénéfice. Le résultat de leur concurrence, c'est une perte sèche de plus de 8 millions pour les actionnaires et de plus de 500,000 francs par an pour le public, lequel paye cette somme en sus de celle qui aurait été nécessaire pour rémunérer un seul chemin. Après de tels résultats, on a lieu de s'étonner que les organes des compagnies continuent à arguer de la possibilité d'établir, quant à l'exploitation des chemins de fer, une concurrence avantageuse aux intérêts du public.

Sur le chemin de Paris à Versailles (rive droite) le taux des premières places, fixé d'abord à 7 centimes, a été, par suite de l'établissement d'une seconde ligne, porté et maintenu à. 9,1

Le prix des secondes places, fixé d'abord à 5 centimes, est aujourd'hui de. 6,8

Celui des troisièmes places s'élève actuellement à. 5,6

Quant au chemin de la rive gauche, le prix par kilomètre est plus élevé encore, bien que le prix du transport direct entre les deux villes soit égal. Ce fait dépend de la moindre étendue de cette ligne, dont le parcours total est de 6 kilomètres moins étendu que celui de la rive opposée.

Les prix perçus sur le chemin de Paris à Versailles (rive gauche) sont, d'après les places, de 11, 8 et 6 centimes.

Nous avons vu que, dans la fixation des tarifs, le gouvernement se contente de fixer un *maximum*, qui, par son taux élevé, permet aux compagnies de faire varier le prix du transport dans des limites très-étendues. C'est ainsi que, pour deux lignes qui aboutissent également l'une et l'autre à la capitale et qui sont placées dans des conditions absolument identiques, rela-

tivement aux frais d'établissement et à ceux d'exploitation (1), les prix varient d'une manière très-sensible, ainsi qu'on le voit par le tableau suivant.

	1res *places.*	2es *places.*	3es *places.*
De Paris à Orléans. . .	8	6,5	4,8
De Paris à Rouen. . .	12,5	10	7,5

On jugera du prix exorbitant du transport sur ces deux lignes, quand on saura que les véhicules nommés voitures de troisième classe ne sont que des espèces de fourgons découverts, dans lesquels le malheureux voyageur est inhumainement livré à toutes les intempéries des saisons. Le seul avantage qu'un tel état de choses procure aux compagnies, c'est la suppression à peu près complète des voitures de troisième classe pendant la plus grande partie de l'année, et la nécessité imposée par elles aux voyageurs peu aisés de se servir des voitures de deuxième classe, s'ils ne veulent s'exposer aux conséquences d'un mode de transport dont plusieurs accidents malheureux ont signalé les dangers (2).

Quant au taux si prodigieusement élevé des transports sur le chemin de Paris à Rouen, on n'a aucun reproche à adresser à la compagnie qui est parfaitement dans son droit en exigeant le péage le plus favorable à ses intérêts; ce fait sur lequel on s'est beaucoup élevé n'est que l'inévitable conséquence du système d'appropriation des chemins de fer à l'avantage de l'intérêt privé. — Un autre fait que l'on nous permettra de signaler, c'est que ce même chemin de Paris à Rouen, par le caractère exclusif de son exploitation, a, le premier en France, donné l'exemple d'une voie de communication dont le tarif soit supérieur à celui des moyens de locomotion qu'elle vient remplacer.

(1) La différence, si elle existe, est au désavantage de celui des deux chemins où sont perçus les droits les moins élevés.

(2) Il a été démontré en effet que les voitures découvertes ont occasionné, dans ce dernier hiver, la mort de deux voyageurs que le froid avait saisis.

Ces faits déplorables, rapportés par toute la presse, ont été signalés par le *Courrier du Bas-Rhin* et par le *Journal du Loiret*.

Ce fait résulte de la simple comparaison des tarifs perçus par les autres entreprises de transport desservant cette même ligne, laquelle accuse au désavantage du chemin de fer une différence de 20 et de 30 pour cent (1).

(1) C'est ce dont on se convaincra par l'examen du tableau suivant, les chiffres comparatifs du prix des places des voitures ordinaires, des bateaux à vapeur et du chemin de fer. Pour que les termes de la comparaison fussent identiques, nous avons dû prendre le tarif des secondes places du chemin de fer : les troisièmes, celles des wagons découverts, étant impraticables pendant les trois quarts de l'année, et les voyageurs étant parfaitement couverts dans les autres moyens de transport que nous avons pris pour terme de comparaison :

PRINCIPAUX POINTS de la ligne.	VOITURES ordinaires.	BATEAUX à vapeur.	CHEMIN DE FER.
De Paris à Poissy.......	1 fr. 50 c.	1 fr. 80 c.	2 fr. 25 c.
— à Meulan......	2 80	3 50	4 »
— à Mantes......	3 30	4 50	5 50
— à Vernon......	5 80	6 50	8 »
— à Rouen.......	7 80	9 »	13 »

Il est inutile d'ajouter que les anciens modes de transport subsistent comme par le passé, et qu'un tiers à peine du nombre des voyageurs qui parcourent la ligne peut se servir d'un mode de communication qui, dans les autres pays, allie le bon marché à la vitesse. Encore est-il à remarquer que sur ce petit nombre de voyageurs la presque totalité (80 pour cent) a été transportée par les voitures de première et deuxième classe.

Ce fait concluant nous est révélé par les *Rapports de l'assemblée des actionnaires*, rapportant ainsi qu'il suit le nombre des voyageurs qui ont parcouru la ligne pendant le mois de juillet 1843.

Voyageurs de première classe..	11,273
— de deuxième classe.	33,059
— de troisième classe..	11,650

Depuis cette époque, deux importations anglaises, l'établissement des *trains de nuit* et de ceux *à la vitesse des marchandises*, ont contribué à relever le chiffre des voyageurs de troisième classe. Ajoutons encore que les nécessités de la concurrence avec la ligne de Saint-Germain ont

Ainsi donc il résulte de ces faits que les progrès de la civilisation moderne, loin de profiter à la société tout entière, ne serviront qu'à remplir les coffres-forts de quelques individus; la substitution de la force économique de la vapeur à celle si coûteuse des moteurs animés n'aura d'autre effet que de hâter l'avénement de cette féodalité industrielle, contre laquelle le monde moderne paraît devoir aller se briser. Car, qu'on le sache bien, l'exemple de la compagnie de Rouen est trop lucratif pour manquer d'imitateurs et pour qu'avant peu il ne soit plus un fait isolé dans l'histoire des chemins de fer en France.

Continuons, sans plus nous arrêter, notre revue de l'état actuel des tarifs sur les chemins de fer français. Ce travail ne sera pas long.

Les deux lignes qui partent de Lille et de Valenciennes pour rejoindre le chemin de fer belge offrent un nouvel exemple des avantages que procure au public l'exploitation par l'Etat, dont les intérêts, nous le répétons, s'opposent à ce qu'une entreprise d'utilité publique devienne l'objet d'une avide spéculation.

L'ordonnance du 8 décembre 1843 établit comme suit les tarifs de ces deux chemins par voyageur et par kilomètre.

Voitures de première classe.	08 c.
— de deuxième classe.	06
— de troisième classe.	04

On remarquera que, au prix de 4 centimes par kilomètre, les voitures de troisième classe, couvertes et fermées, représentent celles de deuxième classe des chemins d'Orléans et de Rouen, tarifées à 10 centimes et à 6 centimes et demi. — L'exploitation par l'Etat peut donc procurer aux voyageurs un avantage de 2 et demi et 6 centimes par kilomètre, soit une économie moyenne de *plus de la moitié* sur la totalité des transports.

Sur les chemins de fer les plus anciennement établis, ceux

fait tout récemment diminuer les prix de transport aux points les plus rapprochés de Paris. Mais notre remarque n'en subsiste pas moins pour l'ensemble de la ligne et pour le transport aux points intermédiaires éloignés de la capitale.

de Saint-Etienne à Lyon et à Andrezieux, le taux des tarifs n'est guère moins élevé que sur le chemin de Rouen. Aucun tarif, même *maximum*, n'ayant été fixé pour ces lignes, les compagnies profitent de cette situation avantageuse pour exiger des voyageurs le tarif suivant.

Par tête et par kilomètre.

Premières places.	12 cent.
Deuxièmes places.	9,5
Troisièmes places.	8,5
Quatrièmes places.	7

Mieux avisé, le gouvernement a imposé pour le chemin de Strasbourg à Bâle un tarif *maximum*, que la compagnie applique dans son entier. Les prix s'élèvent donc :

Par tête et par kilomètre.

Pour les voitures de première classe, à.	10 cent.
Pour celles de deuxième classe, à.	7,5
Et pour celles de la dernière classe, à.	5

D'après le cahier des charges, adopté par les chambres dans la première session de 1844, les compagnies sont autorisées à percevoir pour le transport des voyageurs, sur toutes les lignes concédées en vertu de la loi du 11 juin, les tarifs suivants :

Voitures de première classe.

Droit de péage.	7 c.	
Droit de transport.	3	10 c.

Voitures de deuxième classe.

Péage.	5 c.	
Transport.	2.5	7,5

Voitures de troisième classe (couvertes).

Péage.	3 c.	
Transport.	2,5	5,5

Cherchons donc à déterminer, d'après les faits cités plus haut, jusqu'à quel point ce tarif mettra à la portée de toutes les for-

tunes l'usage du vaste réseau des chemins de fer dont le pays poursuit en ce moment l'exécution.

§ 4.

APPLICATION A LA FRANCE.

Des faits particuliers à l'Angleterre et aux Etats-Unis, examinés précédemment, découlent des conséquences très-diverses. En Angleterre, où la bourgeoisie est riche et active, le temps, c'est-à-dire ce que les chemins de fer économisent par-dessus tout, a plus de valeur que partout ailleurs, et la question du prix des transports, question vitale pour les intérêts du peuple, n'est aux yeux de la bourgeoisie anglaise qu'une question purement secondaire. Aussi les compagnies, en Angleterre, ont-elles eu jusqu'ici leurs coudées franches, relativement à la fixation des tarifs; les *maxima* qui, de loin en loin leur ont été imposés, sont très-élevés et tels que les compagnies elles-mêmes pouvaient les établir en ne consultant que leur propre intérêt.

Le prix moyen des voitures de troisième classe, en Angleterre, varie, comme nous l'avons vu, entre 6 et 10 centimes par voyageur et par kilomètre. Il est même une ligne, celle de Liverpool à Manchester, où ce prix est plus élevé encore. Plus bas, nous donnons un tableau qui résume parfaitement les résultats du caractère que les compagnies en Angleterre donnent à l'exploitation des railways. Il en résulte que la bourgeoisie seule voyage et que l'usage des chemins de fer est, par le fait des tarifs, interdit aux sept huitièmes de la population de ce pays.

Aux Etats-Unis, au contraire, le peuple se déplace fréquemment et selon ses besoins. Cependant les tarifs des compagnies américaines ne sont guère inférieurs à ceux des compagnies anglaises; mais personne ne songe à s'en plaindre, parce qu'en Amérique les populations, peu nombreuses encore et disséminées sur un vaste territoire, jouissent généralement d'une honnête aisance, et que les prix de transport, tout élevés qu'ils paraissent, se trouvent en rapport avec la valeur relative de l'argent et avec la fortune de la masse des citoyens.

La moyenne du tarif des voitures de troisième classe, en Allemagne, est de 4 centimes et demi sur les lignes exploitées par les compagnies, et de 3 à 3 centimes et demi sur les lignes

desservies par l'Etat. Sur ces dernières, les besoins des populations paraissent être satisfaits sans trop d'inégalités; mais le prix des autres, plus modéré, il est vrai, que celui des chemins français, est encore trop élevé pour que les classes inférieures de la société allemande puissent jouir du bienfait de la locomotion à la vapeur.

Nous ne croyons pas cependant que l'on songe à réduire ces prix, car les compagnies y perdraient. La bourgeoisie allemande, généralement peu aisée et peu fière, ne dédaigne pas, comme la bourgeoisie anglaise, par exemple, d'entrer dans le même wagon (1) et de voyager côte à côte avec le plus modeste ouvrier. Si donc l'on abaissait les prix des dernières classes, il est probable que le nombre des voyageurs bourgeois n'augmenterait pas sensiblement et que l'accroissement des voyageurs ouvriers ne suffirait pas pour compenser la diminution de la recette. — Tels sont du moins les calculs des compagnies et les raisons pour lesquelles elles interdisent l'accès de leurs railways aux voyageurs pauvres.

Mais la Belgique est placée dans des conditions bien plus applicables à la France que ne le sont les Etats-Unis, l'Angleterre ou l'Allemagne. Le prix des voitures de troisième classe, fixé à 3,3 centimes par voyageur, paraît satisfaire à la fois, et sans de trop grandes inégalités, l'intérêt du trésor et celui des populations. Ce prix, quoique supérieur à celui des premiers tarifs, est encore, en moyenne, de moitié moins élevé que celui que les compagnies en France exigent des voyageurs de la même classe, et cela indépendamment de l'avantage que possèdent les voitures belges d'être fermées et couvertes.

Il pourra être intéressant de comparer les résultats de l'application des deux différents modes d'exploitation, par l'Etat et par les compagnies, en Angleterre et en Belgique. En Angleterre, les chemins de fer, ouvrage et propriété des compagnies, sont gérés dans l'unique vue des dividendes qu'ils pourront donner. En Belgique au contraire, entrepris aux frais de l'Etat et administrés par lui, ils n'ont été considérés que sous le point de vue de l'intérêt de tous; leurs tarifs ont été gradués de ma-

(1) Souvent même, en Angleterre, on voit la bougeoisie refuser de faire partie des convois dans lesquels se trouvent des ouvriers. Ceux-ci sont transportés alors par des convois spéciaux.

nière à satisfaire aux besoins de la circulation des classes ouvrières et augmenter la prospérité publique en réduisant le prix des transports.

Le tableau suivant, qui a été établi par un ingénieur distingué des ponts et chaussées, M. Bazaine, détermine ces divers résultats. Il a été dressé par le rapprochement établi entre une notable fraction du réseau belge et les grandes lignes qui unissent les quatre principales villes d'Angleterre (1), d'un développement à peu près égal, en raisonnant sur l'exercice 1840.

	RÉSEAUX	
	BELGE.	ANGLAIS.
Longueur du réseau	330	363
Recette journalière en voyageurs. fr.	11,000	75,000
Circulation journalière	6,000	5,518
Circulation réduite en voyageurs parcourant toute la ligne	660	1,100
Distance moyenne parcourue par chaque voyageur	36 1/3	72 2/3
Produit moyen par voyageur, *par kilom.* fr.	0,05	0,15
Proportion des voyageurs de 1re classe	11 p.0/0	50 p.0/0
— des voyageurs de 2e classe	29 —	48 —
— des voyageurs de 3e classe	60 — (1)	—

(1) Pour l'exercice 1842, le rapport des différentes places au chiffre total de la circulation, s'est réparti de la manière suivante :

Premières	10 pour cent.
Deuxièmes	25 —
Troisièmes	65 —

Pour l'exercice 1843, ce dernier chiffre s'est encore élevé; de sorte qu'en Belgique les voyageurs de troisième classe forment plus des deux tiers de la circulation totale. En aucun pays les voies nouvelles ne présentent un caractère aussi essentiellement démocratique.

(1) Le réseau belge réunit : 1° Liége à Ostende, par Tirlemont, Louvain, Malines, Gand et Bruges ; 2° Mons à Anvers, par Bruxelles et Malines. Le réseau anglais réunit les villes de Londres, Birmingham, Manchester et Liverpool.

Ainsi donc, sur les chemins de fer belges, les voitures de troisième classe reçoivent près des deux tiers du nombre total des voyageurs, tandis que sur les chemins anglais les voyageurs de cette classe sont en nombre imperceptible. Les voyageurs de deuxième classe sont environ trois fois plus nombreux en Belgique que ceux de la première classe; en Angleterre il y a, à très-peu de chose près, parité entre la première et la seconde classe. Ces chiffres sont significatifs. Ils prouvent qu'en Belgique l'exploitation des chemins de fer est faite de telle sorte, que ces magnifiques voies de communication se trouvent à la portée de toutes les classes de la société, et qu'en Angleterre au contraire les grandes lignes de railways ont été mises presque exclusivement au service des classes aisées.

La classe aisée, nombreuse en Angleterre, suffit pour défrayer la circulation des railways; mais en Belgique, où l'aisance est moins agglomérée et où le caractère général des fortunes est une honnête médiocrité, il est certain que l'adoption du tarif anglais eût été, pour le moins, aussi nuisible aux intérêts du trésor qu'à ceux des populations; car la circulation eût été, sinon presque nulle, du moins considérablement réduite.

Ces faits expliquent pourquoi les compagnies en Angleterre n'ont pas cherché à obtenir la clientèle des classes pauvres : elles trouvent plus de bénéfices à transporter un petit nombre de voyageurs à des prix élevés, plutôt qu'un grand nombre à des prix réduits. C'est grâce à ce système d'exploitation exclusive que plusieurs lignes anglaises ont donné des dividendes de 10 et de 12 pour 100, chiffre considérable, en Angleterre surtout, où le prix de la rente atteint à peine 3 pour 100.

D'après le cahier des charges adopté par les chambres pour les lignes concédées ou à concéder sous l'empire de la loi du 11 juin, les compagnies sont autorisées à percevoir pour les voyageurs le tarif suivant, par tête et par kilomètre :

Voitures de première classe.	10 cent.
— de deuxième classe.	7 1/2
— de troisième classe.	5 1/2

Ce tarif démontre assez clairement de quelle manière on entend exploiter le magnifique réseau de chemins de fer dont se sillonne le pays. En Belgique, où le prix des troisièmes places

n'est que de 3 centimes un quart, la classe laborieuse ne jouit encore que d'une manière assez incomplète du bénéfice de la locomotion à la vapeur, et cependant la population de ce pays se trouve, par son agglomération extrême sur un espace restreint, dans des conditions de déplacement bien plus favorables que les populations françaises. Les conditions de la richesse publique étant, à très-peu de chose près, les mêmes dans les deux pays, on peut affirmer qu'*en France le taux inférieur ne devrait point dépasser* la moyenne des frais réels d'exploitation, soit *deux centimes et demi.*

Les résultats obtenus jusqu'ici du taux actuel, qui est inférieur sur la plupart des chemins à celui que le caprice ou l'intérêt de la majorité des chambres vient d'imposer au pays, sont bien faits cependant pour ouvrir les yeux à ceux qui voudraient se rendre à l'évidence des faits. Ainsi, tandis qu'en Belgique le chiffre des voyageurs de troisième classe atteint les DEUX TIERS de la circulation totale, en France il ne s'élève qu'à UN CINQUIÈME (1).

Ainsi donc l'œuvre due à l'argent et au patriotisme de tous ne servira qu'à un petit nombre, ne sera accessible qu'aux gens riches et à la bourgeoisie; seules ces deux classes profiteront des chemins de fer, et la classe la plus nombreuse, la classe à l'amélioration du sort de laquelle toute âme honnête porte le plus vif intérêt, se trouvera iniquement exclue de la participation aux bénéfices d'une œuvre à l'établissement de laquelle elle a contribué.

(1) L'infériorité de ce chiffre peut être attribuée pour une bonne part à l'incurie profonde des corps législatifs. Comment en effet qualifier d'un autre terme cette clause des anciens cahiers des charges qui porte qu'UN CINQUIÈME seulement de la totalité des places sera réservé aux voyageurs de troisième classe. — Les compagnies ne manquent pas d'user à leur profit d'une prescription que rien ne justifie. Ainsi, sur un convoi de dix voitures, par exemple, elles en placent deux de troisième classe, et aussitôt que ces deux voitures sont remplies, elles ne délivrent plus de billets que pour les voitures de première classe; heureux encore le voyageur si, comme l'observait un journal tout dévoué cependant aux compagnies, on ne refuse de délivrer des billets de troisième place alors que ces deux voitures ne sont encore qu'à moitié remplies (*V*. p. 390, note).

§ 5.

DE LA POSSIBILITÉ D'ÉTABLIR EN FRANCE DES TARIFS POPULAIRES.

Comment remédier à un tel état de choses et établir des tarifs qui puissent, sans opprimer les intérêts de l'immense majorité des populations, rémunérer dans de justes limites les capitalistes qui ont appliqué leurs fonds à l'établissement d'une partie du réseau? C'est la question que nous avons à examiner ici, et pour la solution de laquelle nous aurons à nous servir de quelques calculs faits par le savant ingénieur dont nous avons plusieurs fois déjà invoqué le nom (1) et qui n'a cessé d'apporter dans cette grande question d'avenir pour les chemins de fer, l'autorité d'une parole toujours incontestée.

Nous avons vu que si les réductions opérées jusqu'ici dans le taux des tarifs ont toujours été sans résultat sous le rapport financier, c'est qu'elles n'étaient que partielles et insuffisantes. Il est évident que si l'on diminuait ce taux de moitié (au lieu d'un septième ou moins encore), de manière à ce qu'il en soit en France comme en Belgique, où les voyages à pied sont plus coûteux que par les chemins de fer, on amènerait sur ces voies, et sans que les frais du transport se trouvassent sensiblement accrus, un nombre prodigieux de voyageurs et de produits.

Ce fait, qui étonne au premier abord, dépend de deux causes bien simples. La première, c'est que l'augmentation extraordinaire qui se manifestera dans le nombre des voyageurs aura pour effet de réduire considérablement le chiffre du péage, lequel forme à lui seul plus des deux tiers de la totalité du tarif. La seconde cause provient de la possibilité d'appliquer à cet accroissement de circulation la force perdue par les locomotives. Cette force, dans le mode d'exploitation qui prévaut généralement, est énorme et atteint, selon l'auteur si précis du *Railway Reform*, les *dix-neuf vingtièmes* de la force totale (2). C'est cette force perdue qu'il s'agit d'utiliser en l'appliquant au transport de l'immense quantité des voyageurs pauvres, que des tarifs exagérés privent du bienfait de la locomotion par la vapeur.

(1) M. Ed. Teisserenc.
(2) *Lettres au Miming-Journal,* décembre 1843.

Un fait, hors de tout conteste, c'est que du moment où le plus humble artisan pourra, moyennant un prix modique, se transporter rapidement et selon ses besoins d'une extrémité à l'autre du royaume, et où le prix du déplacement aura subi une baisse proportionnelle, il se manifestera dans le chiffre de la circulation des chemins de fer un accroissement tel, qu'il ne sera pas une seule ligne, quelque défavorable que soit sa situation, quelque pauvres et mal peuplées que puissent être les contrées qu'elle dessert, qui ne se trouve aussitôt en possession d'un mouvement annuel d'au moins 200,000 voyageurs et 80,000 tonnes de marchandises. Déjà dans l'état actuel des choses, avec des chemins seulement accessibles à la classe riche ou aisée, classe si peu nombreuse malheureusement, il n'est guère de ligne un peu étendue qui ne fournisse à une circulation de deux à trois fois plus considérable. Or il est établi que, au moyen de cette circulation si restreinte de 200,000 voyageurs et de 80,000 tonnes, les intérêts des capitalistes étant calculés à raison de 8 pour 100, taux que l'on ne s'avisera assurément pas de regarder comme insuffisant, vu l'état actuel du cours (1), il est possible, même sous l'empire de la funeste loi du 11 juin, de fixer à *trois centimes* seulement *par voyageur et par kilomètre* le tarif des voitures de troisième classe.

C'est ce que démontrent à l'évidence les calculs suivants, que nous empruntons à M. Ed. Teisserenc.

Prenant pour exemple le terme que présente la circulation précitée, et admettant par convoi de voyageurs une charge moyenne de quatre-vingt-dix voyageurs et de cinq tonnes de marchandises, et par convoi de marchandises une charge de quatre-vingt-dix tonnes, il faudra un parcours de 3,120 kilomètres pour suffire à ce mouvement.

(1) La cote de la bourse est là pour montrer que le taux moyen de l'intérêt produit par les actions des industries en plein rapport est d'environ 4 pour cent. Cependant l'intérêt légal en France est fixé à 6 pour cent pour les transactions commerciales, et ces dispositions sont ordinairement éludées dans les contrats de prêt, sous forme de primes, commissions, etc., qui portent en réalité l'intérêt à un taux moyen de 7 à 8 pour cent. Pour ceux qui se récrieraient contre l'élévation de ce taux, nous ajouterons que, dans une publication récente (février 1844), M. F. Bartholony, directeur du chemin de fer de Paris à Orléans, annonce que la compagnie a réalisé depuis sa formation un bénéfice de *trente millions,* soit 75 pour cent du capital.

D'après cela, la dépense par kilomètre se composera, la part contributive des compagnies étant fixée à 125,000 francs par kilomètre, aux termes de la loi du 11 juin,

Des dépenses fixes : frais généraux, d'administration et d'entretien, soit.	4,500 fr.
Des frais croissants, traction, combustible, etc., sur 3,120 kilomètres parcourus dans l'année, à raison de 1 franc 30 centimes par kilomètre.	4,056
De l'intérêt à *huit pour cent* de 125,000 francs.. .	10,000
Total.	18,556 fr.

La recette devra se composer :

Du produit de 200,000 voyageurs à 5 cent. par kil.	10,000 fr.
Du produit de 80,000 tonnes à 12 cent. par kil. .	9,600
Total.	19,600 fr.
A déduire l'impôt du dixième. . . .	1,000
Recette.	18,600

Voici quel serait alors le tarif à établir d'après le taux moyen de 5 centimes par voyageur :

Voitures de première classe.	8 cent.
— de deuxième classe.	6
— de troisième classe.	3

Ce tarif pourrait n'être pas invariable, et s'abaisser encore. A cet effet il conviendrait d'examiner jusqu'à quel point on pourrait appliquer à la France la disposition qui a prévalu aux Etats-Unis, relativement à la réduction des tarifs, réduction qui s'opère d'après le chiffre des recettes et des dépenses. Il est un fait bien établi aujourd'hui, c'est que, tandis que les dépenses d'exploitation diminuent sensiblement d'année en année (1), les recettes augmentent au contraire dans des proportions considérables (2). Or, s'il est nécessaire que les capitalistes

(1) D'après les rapports officiels de l'administration des chemins de fer belges, les dépenses annuelles d'exploitation de 1835 à 1844 ont diminué de près de moitié (*V.* à la IVe part., c. III).

(2) Les recettes des chemins de Lyon à Saint-Etienne ont triplé en huit années, celles de la ligne de Roanne à Saint-Etienne ont quadru-

reçoivent un intérêt décent des fonds placés par eux dans les entreprises de chemins de fer, il n'est pas juste que le public y perde et qu'il continue à payer d'après les anciens taux un mode de transport qui va en se perfectionnant de jour en jour. Il est donc évident qu'*il y a quelque chose à faire* relativement au mode suivi par l'administration dans la fixation des tarifs et que, pour cette opération, il est parfaitement absurde de se baser d'après les circonstances actuelles, alors qu'il s'agit de délivrer aux compagnies des concessions de 30 à 40 années et quelquefois plus.

D'un autre côté, puisque le prix de revient des frais d'exploitation dépend si intimement du chiffre de la circulation, pourquoi négliger, dans la fixation des tarifs, cette question essentielle? Puisque la circulation est très-diverse selon les lignes, pourquoi alors adopter pour toutes indistinctement un tarif uniforme, sans tenir aucun compte des éléments d'activité que renferme la contrée à desservir? Ne serait-il pas plus sage de chercher à faire cesser une inégalité que rien ne justifie, et le gouvernement, par exemple, ne pourrait-il fixer lui-même les tarifs d'après l'importance de la circulation, tout en les graduant, bien entendu, sur les frais réels d'établissement et d'exploitation?

Relativement à l'accroissement de la circulation, dont il n'est guère possible encore de préciser la moyenne, ne pourrait-on pas, en attendant que l'expérience nous eût révélé des faits plus concluants que ceux que nous possédons (1), exécuter un ta-

plé en dix ans, celles du chemin de Liverpool à Manchester ont doublé dans le même espace de temps.

(1) Ainsi, tandis que le chemin de Liverpool à Manchester a transporté:

1832................	356,945 voyageurs.
1842................	714,423

augmentation du double sur celui de Lyon à Saint-Etienne, que, relativement à la France, on pourrait croire dans une situation identique, la circulation annuelle a triplé dans le même espace de temps environ, ainsi que l'indiquent ces chiffres :

1832................	171,468 voyageurs.
1843................	403,815

Des différences aussi considérables ont été constatées pour le transport des marchandises.

bleau dans lequel la circulation des personnes et celle des marchandises formerait une série d'unités d'après lesquelles on calculerait, pour chacune de ces combinaisons, quelle est la dépense d'exploitation correspondante? On ajouterait à cette dépense l'intérêt des 125,000 francs par kilomètre fournis par les particuliers, et dont on pourrait toujours calculer l'intérêt sur le pied de 8 pour 100, afin d'ôter à ces derniers le moindre grief contre une combinaison dont leur avidité pourrait les porter à se croire victimes. Ayant ainsi la somme qui, dans chaque cas, doit être couverte par les recettes, on pourrait déterminer sans peine le taux du tarif qui doit réaliser cette recette.

Le gouvernement alors, connaissant d'ailleurs le chiffre de la circulation, pourrait veiller à ce qu'il fût stipulé :

1° Que le tarif des deux premières années sera réglé de gré à gré entre l'Etat et la compagnie contractante;

2° Que le maximum du tarif de chaque année ultérieure sera déterminé d'après le tableau annexé au cahier des charges, en prenant pour base la circulation qui aurait eu lieu dans l'année précédente.

De cette manière, les capitalistes auraient la certitude, si leur ligne était bien gérée, d'obtenir au moins 8 pour cent de l'argent qu'ils ont avancé. Ils auraient intérêt à améliorer leur service, puisque toutes les économies qu'ils introduiraient dans leur exploitation tourneraient à leur profit. Si, ayant par exemple un tarif calculé pour 200,000 voyageurs, ils parvenaient à en obtenir un plus grand nombre, ils jouiraient de tout l'accroissement de revenu qui résulterait de cet accroissement de circulation. De cette manière, l'Etat obtiendrait des tarifs bien plus favorables aux intérêts de ses nationaux que ceux qu'il peut espérer de contrats passés à l'avance et dans lesquels des spéculateurs avides exploitent toujours, à son détriment comme à celui du pays, les chances de l'inconnu. De cette manière enfin les tarifs obtenus rétribueraient dans de justes limites les capitalistes qui ont fourni une part contributive dans l'établissement des chemins de fer, sans être onéreux et vexatoires pour les populations, qui, elles aussi, ont fourni leur part, et ce n'est pas la moindre, dans l'exécution du réseau.

En résumé, et quels que soient les palliatifs que l'on adopte pour neutraliser les effets du système d'exploitation qui prévaut aujourd'hui, il est impossible que le pays supporte la

situation que lui préparent l'avidité des compagnies et l'indifférence égoïste de ses gouvernants. Eh quoi! c'est au moyen de l'impôt que les chemins de fer sont établis, de l'impôt prélevé sur le superflu de quelques-uns et sur le nécessaire du plus grand nombre, et ce serait précisément ce grand nombre que l'on voudrait exclure du bienfait de l'usage des voies nouvelles. Evidemment cela est trop monstrueux pour être praticable et pour que la question ne tarde point à apparaître aux yeux de tous sous son véritable aspect. Le pays alors ne souffrira pas que l'une des plus admirables inventions dont le génie humain puisse s'honorer se trouve sordidement exploitée par quelques individus que privilégient des lois protectrices d'eux seuls et ruineuses pour le reste. Déjà bien des illusions commencent à se dissiper. L'opinion, d'abord fascinée, hésite à mesure qu'elle s'éclaire et que la presse périodique, sentinelle vigilante des intérêts de tous, dévoile toute l'étendue des dangers que l'on prépare au pays. Nous le répétons : la question marche, la lumière se fait, quelques efforts encore et peut-être la victoire finira-t-elle par se ranger du côté de la justice et du bon droit.

Mais ce qui est intolérable et qu'on ne peut excuser, c'est qu'un gouvernement qui doit au peuple son existence, s'oublie au point de prêter complaisamment les mains à la spoliation la plus manifeste des intérêts de ce même peuple; c'est qu'un gouvernement qui, dès son avénement, s'est proclamé partisan de la liberté et de l'affranchissement des masses, livre aux mains mercenaires de cette aristocratie d'écus, aristocratie sans foi, sans patriotisme, sans passé, sans grandeur, sans entrailles, le puissant instrument qui doit opérer la conciliation des deux intérêts qui se disputent aujourd'hui le monde social. On parle sans cesse de réaliser l'organisation du travail, de hâter l'amélioration du sort des travailleurs pauvres, et voici qu'un moyen se présente de donner à ces grandes questions une solution pratique, et l'on passe à côté comme s'il s'agissait encore d'un des remèdes empiriques du socialisme moderne, on refuse de l'accueillir, on sacrifie d'un seul mot la liberté sincère, progressive, au profit d'associations dont l'existence même est incompatible avec les améliorations que l'on veut réaliser.

En résumé, nous demanderons :

Si, en rendant le classement des travailleurs plus facile et plus régulier, en ouvrant une issue aux hommes laborieux qui

se trouvent sans ouvrage, en leur donnant la faculté de se porter dans les endroits où le travail manque, on ne réaliserait pas, en grande partie, l'important problème de l'organisation du travail?

Si, en donnant aux ouvriers sans travail la faculté de se déplacer et de se rendre dans les endroits où ils pourraient s'en procurer, on n'augmenterait pas, dans une proportion incalculable, la prospérité publique?

Si, tandis que l'on donnerait une vitalité plus active à des industries auxquelles les bras font défaut, on ne réussirait pas à dégrever la plupart de nos villes des lourds budgets de la philanthropie légale et de la charité privée?

Ce sont là des questions dont la solution ne se fera pas attendre. Mais nous aurions voulu que la lumière nous vînt, non de l'étranger, mais de la France, que les peuples, depuis tant de siècles, sont habitués à voir marcher la première dans la voie du progrès et de la liberté.

CHAPITRE V.

DU TARIF DES MARCHANDISES.

Influence du transport des marchandises sur le produit des chemins de fer. — De la fixation des tarifs. — De l'Etat. — Du tarif des marchandises en France.

Si la fixation du tarif pour le transport des voyageurs est d'une haute importance au point de vue de l'amélioration sociale des individus, la fixation du tarif pour le transport des marchandises est aussi de nature à exercer, sous ce même rapport, une très-grande influence, en ce sens qu'elle peut modifier entièrement l'industrie, essentiellement primordiale, des transports. Améliorer cette industrie, de laquelle toutes les autres dépendent d'une manière si intime, c'est améliorer profondément toute l'économie des sociétés, et réaliser un progrès dont tous les éléments de vitalité d'un pays doivent en même temps profiter.

Nous avons cherché à démontrer ailleurs l'importance du service de transport dans les sociétés modernes et l'influence puissante que le perfectionnement des voies de communication peut exercer sur le développement de la richesse publique. Nous ne voulons nous occuper ici que des résultats

économiques du transport des marchandises sur l'exploitation du chemin et sur l'extension du mouvement commercial d'un pays. Bien qu'en général l'on soit assez porté à croire que, sous ce rapport, l'économie de temps est le principal avantage des chemins de fer, et l'économie d'argent celui des canaux, il paraît évident que ce résultat provient principalement de ce que les premiers, considérés comme moyens de transport économique, n'ont encore été explorés que d'une manière incomplète et insuffisante. Jusqu'ici en effet les chemins de fer ont servi principalement au transport des voyageurs, et si le service des marchandises y a été essayé, ce n'a été que par exception ou du moins secondairement : la rapidité important incomparablement plus au transport des personnes qu'à celui des choses.

On a longtemps contesté que le transport des marchandises pût constituer pour les chemins de fer une branche fructueuse de leur revenu. Deux erreurs non moins graves et non moins répandues, c'était de ne considérer le transport des marchandises comme économique pour l'exploitation qu'à la seule condition d'en faire une annexe, une sorte d'appoint pour le chargement des convois de voyageurs, et ensuite de méconnaître l'importance des points intermédiaires, de négliger leurs relations, soit entre eux, soit avec les points extrêmes.

Les belles études auxquelles M. Ed. Teisserenc s'est livré sur les différents chemins de fer d'Angleterre, de Belgique, d'Allemagne, et même de France, ont constaté la gravité des erreurs où le manque d'expériences suffisantes, quant aux transports de marchandises, avait entraîné l'opinion. Les résultats de ces études sont consignés dans l'intéressant Rapport au ministre des travaux publics dont nous avons déjà eu occasion de parler dans la première partie de cet ouvrage, et qui a jeté une lumière si vive sur une foule de questions indécises ou mal comprises encore. De ce rapport résultent trois faits décisifs quant au sujet qui nous occupe, à savoir : 1° que sur tous les chemins de fer établis, dans des contrées industrielles et commerciales, le transport des marchandises n'a cessé de s'accroître dès qu'il a été organisé; partout où il a rencontré la concurrence d'une route ou d'un canal, il l'a vaincue, et le produit du roulage a souvent dépassé celui des voyageurs. 2° Cette lutte a été rendue d'autant plus facile aux chemins de fer, qu'un examen attentif des différents chapitres de leurs dé-

penses a montré que les frais de traction ne s'élèvent pas, pour les convois de marchandises, à plus de *deux centimes* par tonne et par kilomètre, c'est-à-dire moins que par toute autre voie de transport. 3° Enfin il a été reconnu, par l'expérience des chemins anglais et belges, que, pour les marchandises comme pour les voyageurs, le mouvement de station à station est presque toujours égal, sinon supérieur, au mouvement entre les points extrêmes ; d'où il résulte qu'il n'est pas nécessaire pour les compagnies d'attendre, pour expédier un convoi de marchandises, d'avoir charge pleine, parce que les points intermédiaires fournissent le complément nécessaire, surtout si les départs des trains de marchandises ont lieu avec la même régularité que ceux des convois de voyageurs.

D'un tableau résumant le trafic commercial effectué sur les chemins belges pendant huit mois de l'année 1841 (du 1er avril au 1er décembre) il résulte, en effet, que les rapports avec ou entre les stations intermédiaires forment la majorité de l'ensemble des transports, et se subdivisent ainsi :

Sur 100,825 tonnes transportées,

17,245	l'ont été à une distance de :	5	à	30 kilomètres.
35,862		35		60
21,220		65		90
19,655		95		120
5,940		125		150
900		160		215

La longueur totale des chemins exploités étant alors de 335 kilomètres.

Un autre tableau, présentant les résultats obtenus sur les chemins anglais, fournit des indications non moins précieuses ; il montre l'importance considérable des recettes pouvant provenir du chef des marchandises, dont le service, bien qu'imparfaitement organisé encore et ayant à lutter contre une puissante coalition d'entrepreneurs de batellerie, arrive déjà à donner des produits de 27,220,875 fr., sur une recette totale de 68,000,000 de francs, plus du tiers, et le progrès se continue toujours en raison directe de l'amélioration des services. Sur quelques lignes, comme celle de Newcastle à Carlisle, la recette des voyageurs n'est que de 735,050 fr., tandis que celle des marchandises s'élève à 1,251,400 fr. Il en est de même sur

certains chemins français, comme celui d'Alais à Beaucaire, qui ne reçoit (1842) que 511,185 fr. des personnes qu'il transporte, et qui obtient 1,049,448 fr. des marchandises. Ailleurs la proportion, sans être aussi forte, n'en est pas moins notable : ainsi, dans la Belgique entière, le produit total de l'année 1844 a été formé par 5,482,259 fr. payés par les voyageurs, et 3,559,109 fr. payés par les marchandises ; ainsi encore, sur le chemin autrichien du Nord, on a reçu, dans le premier semestre de 1843, 938,256 fr. des voyageurs, et 898,177 fr. des marchandises ; enfin sur dix chemins de fer allemands ayant 1,126 kilomètres, on a encaissé, pendant la même période, 3,546,931 fr. du chef des voyageurs, et 3,002,273 fr. du chef des marchandises. Nous ajouterons en outre, et comme dernière citation, que les denrées qui ont principalement donné lieu à ces transports sont précisément celles que l'on avait considérées comme plus gênantes que profitables aux chemins de fer, et que l'on croyait assurées à jamais aux voies de communication hydrauliques : — la houille, le bois, la pierre, la chaux, le fer, le plâtre, les vins et eaux-de-vie, etc.

La constatation authentique de ces faits est d'une immense portée pour les résultats que l'avenir réserve aux chemins de fer ; elle peut même modifier entièrement et le service actuel du transport des marchandises, et les décisions futures des corps appelés à donner une direction aux voies de communication projetées. Relativement à la supériorité des railways sur les communications par eau, il est établi, ainsi que nous le verrons bientôt (ch. VII, § 2), que, dans l'état actuel de la science, et dans tous les cas où le sol n'opposera pas des difficultés exceptionnelles à leur exécution, et où la fixation des tarifs s'opérera sur un pied équitable, les chemins de fer seront en état de lutter avantageusement contre les canaux pour le transport économique des produits ayant quelque valeur.

Nous avons à déterminer, d'après les leçons de l'expérience, quel serait le meilleur mode à suivre dans la fixation des tarifs et le classement des différentes espèces de marchandises.

§ 1.

DE LA FIXATION DES TARIFS.

Il est assez difficile de déterminer d'une manière exacte la

limite à laquelle pourrait descendre le tarif du transport des marchandises sur les chemins de fer : les éléments extérieurs qui réagissent sur l'activité de ce service sont trop nombreux, les points de comparaison sur lesquels pourraient s'établir les calculs sont trop divers encore, pour qu'il soit possible d'obtenir sur ce point une conclusion décisive.

L'administration des chemins de fer de Belgique et de Liverpool à Manchester cependant ont surmonté avec succès quelques-unes des difficultés qui rendaient impossible l'examen de cette question. Les compagnies, auxquelles on prête généralement une grande intelligence mercantile, différant elles-mêmes de système, quant à la classification des divers objets de transport, il sera nécessaire d'entrer dans quelques développements sur ce sujet.

Généralement les marchandises à transporter sont divisées en plusieurs classes ou catégories, selon la valeur particulière de chacune d'entre elles, ou selon les avantages particuliers qu'on veut leur accorder. C'est ainsi qu'en France la houille est tarifée légalement à raison de 10 centimes par tonne et par kilomètre, tandis que les objets de la catégorie la plus favorisée sont taxés à 14 centimes. Les engrais, fumier, briques, ardoises et autres objets de peu de valeur sont moins tarifés, par exemple, que les grains, farines, minerais, etc., et ceux-ci moins encore que les tissus et objets manufacturés, dont la valeur, sous un petit volume, est souvent considérable, et qui peuvent par conséquent supporter des droits plus élevés.

Les avis sont très-partagés relativement au meilleur système de classification des marchandises, et il ne pouvait en être autrement, si l'on considère que le transport des grosses marchandises sur les chemins de fer n'est encore qu'à son début. L'opinion la plus raisonnable, la plus conforme aux intérêts généraux serait, en attendant que l'expérience ait prononcé sur ce sujet, de repousser les classifications rigoureuses, surtout à l'époque des concessions, et d'attendre l'expérience d'une ou de deux années d'exploitation pour arrêter, d'après les faits qui se sont produits et les besoins qui se seront manifestés, la classification la plus convenable aux intérêts du pays.

Généralement la législation établit, dans le tarif maximum imposé aux compagnies, une classification en trois ou quatre catégories des objets à transporter. Mais cette classification n'a

pour but que d'ôter aux compagnies la faculté d'exiger des prix trop élevés pour le transport de tels ou tels produits ou de leurs similaires, sans prétendre ranger d'une manière inflexible aucun des objets de transport. Nous allons examiner rapidement les différents tarifs appliqués, dans quelques pays, au transport des marchandises.

§ 2.

DU TAUX DES TARIFS EN DIFFÉRENTS PAYS.

En Angleterre, le gouvernement, qui a pour principe, comme on sait, de laisser une grande latitude aux compagnies relativement aux prix à percevoir, ne fixe ordinairement pas de tarif maximum, ou, s'il juge convenable d'en fixer un, il est en général très-élevé et varie comme suit par tonne et par kilomètre, selon les diverses catégories de marchandises :

1re CLASSE. Chaux, pierre à chaux, fumier et engrais de toute sorte, matériaux propres à l'entretien des routes. . . .	fr. 0,238
2e CLASSE. Houille, coke, charbon de bois, cendres, pierre à bâtir, briques, minerais de fer, fonte, fer en barre ou laminé, et généralement toute espèce de fer forgé ou fondu et autres articles similaires.	0,290
3e CLASSE. Grains et farines, sucre, bois de teinture et de construction, peaux brutes, poteries, métaux bruts (fer excepté), clous, enclumes, etc.	0,322
4e CLASSE. Cotons et laines, couleurs, tissus et autres objets manufacturés.	0,386

Comme on le voit, ces maximum sont très-élevés, et plutôt que d'en établir de pareils, autant vaudrait laisser les compagnies tout à fait maîtresses des tarifs. Il est à remarquer toutefois que celles-ci n'ont garde d'exiger les droits que le parlement les autorise à percevoir, car ces droits auraient pour résultat de mettre les voies ordinaires en possession de la plus grande partie des transports. La rapidité du transport étant beaucoup moins nécessaire pour le transport des marchandises que pour le transport des voyageurs, l'application du tarif maximum eût été préjudiciable aux intérêts des compagnies.

Voici le tableau des prix perçus sur quelques chemins anglais destinés principalement au transport des marchandises :

	1re CLASSE	2e CLASSE.	3e CLASSE.	4e CLASSE.
Liverpool à Manchester . . .	16,7	18,8	20,9	23,1
Londres à Birmingham. . . .	14	18	20,5	24
Newcastle à Carlisle	9,5	15	21,8	28
Stockton à Darlington	6	13	19	25

On le voit, le taux des droits perçus est d'un tiers et même souvent de moitié inférieur aux prix légaux.

Voici, par contre, la moyenne des taux perçus sur les chemins anglais construits principalement en vue de transporter les voyageurs à grande vitesse, et où le service des marchandises n'occupe qu'un rang secondaire.

Pour le transport des marchandises autres que la houille et la pierre de. . . . . fr. 0, 20 à 30
Pour les marchandises communes, telles que la pierre et la houille. . . . . 0, 12 à 15

c'est-à-dire moitié moins que le taux des tarifs maximum fixés par le parlement. Les chiffres supérieurs appartiennent aux lignes des riches comtés manufacturiers, les autres aux comtés du Nord, qui sont beaucoup moins riches, et dans lesquels il existe plusieurs chemins dont les prix varient de 7 à 9 centimes, et descendent même beaucoup plus bas.

Néanmoins les prix perçus par les compagnies des chemins où le mouvement des voyageurs constitue l'élément principal de la circulation sont en général d'un tiers plus élevés que ceux des compagnies qui font du transport des marchandises la base de leur exploitation.

En Amérique, où il n'existe que peu de routes, les chemins de fer ont été nécessairement établis autant en vue du transport des marchandises que de celui des voyageurs. Malgré la variété des dispositions législatives relativement aux chemins de fer, on y distingue cependant quelques faits généraux. D'abord la base de la perception est généralement le poids de la marchandise, et il n'est pas ordinaire que, dans les stipulations des tarifs légaux, les marchandises soient partagées en plusieurs

classes. Généralement la loi, sauf de rares exceptions, fixe un maximum unique.

Les vingt-six Etats dont est composée l'Union se régissent chacun par des lois diverses et même opposées, en matière de chemins de fer principalement. Ainsi, tandis que les Etats de Massachussets, de New-York, ne prescrivent pas de maximum aux compagnies pour le transport des marchandises, que l'Etat de Virginie n'en impose que de très-élevés, ceux de Maryland et de Pensylvanie se montrent peu bienveillants pour les compagnies, et ont coutume de leur assigner des tarifs extrêmement bas.

Pour les marchandises, on paye, par tonne ou par kilomètre :

De Boston à Worcester..	Remonte de l'est à l'ouest. cent.	29,2 par kil
	Descente de l'ouest à l'est. . . .	25,0
De Winchester au Potomak.	Remonte.	26,1
	Descente.	19,6
De Portsmouth au Roanoke.		26,1
De Boston à Providence.		32,6
De Boston à Lowell.		22,8
D'Albany à Shenectady.		26,1
De Charleston à Augusta, on payait pour les marchandises.		37,0
Et pour le coton, pour lequel la rivière Savannah fait concurrence au chemin de fer.		16,0

Les compagnies américaines font varier le prix des transports suivant la nature et la valeur des marchandises, et selon les circonstances commerciales. Elles les tiennent élevés, par exemple, quand elles n'ont à redouter la concurrence d'aucune voie fluviale ou d'aucun canal, quand la circulation commerciale est faible, et quand il n'y a pas lieu de craindre que cette élévation écarte le commerce ; elles les réduisent dans le cas contraire. On peut cependant considérer, comme règle générale et sans exception, qu'elles profitent intégralement de leur maximum quand ce maximum ne dépasse pas pour le droit total 15 ou 20 centimes par kilomètre et par tonne : c'est ainsi qu'agissent, par exemple, les compagnies de Baltimore à l'Ohio, et de Baltimore à Washington, de Winchester au Potomak, de Lexington à l'Ohio. Lors même qu'elles franchissent ces prix, le public, qui auparavant payait 50 centimes aux rouliers, et à

qui le roulage n'offrait qu'une voie infiniment plus lente, se montre encore satisfait.

En Belgique, pour ce qui concerne le tarif des marchandises, on a suivi une marche opposée à celle adoptée pour les tarifs des voyageurs : pour le service des voyageurs, on avait commencé par le tarif le moins élevé ; pour le service des marchandises au contraire, la crainte d'encombrement par défaut de matériel, et aussi le désir de ménager momentanément, par une transition nécessaire, diverses industries que le chemin de fer devait inévitablement remplacer, engagèrent l'administration à débuter par un tarif élevé. D'abord on crut devoir ne pas se charger du transport en détail, et se borner à une simple location de wagon, dont le taux était calculé à raison d'un chargement complet de 3,000 kilogrammes ; mais les produits de ce système furent insignifiants. Peu après, en avril 1839, outre les transports par location de wagons on admit également les marchandises au poids, par unité de 1,000 kilogrammes. Ce nouveau mode ne tarda pas à produire des résultats favorables, et au mois de novembre 1839, parut un arrêté royal qui organisait comme suit le service des marchandises. On y distingue trois sortes de transports :

1° Transport des marchandises de toute espèce au-dessous du poids de 1,000 kilogr. au prix de, par tonne et par kilom. fr.	0,040
2° Transport des marchandises au-dessus de 1,000 kil. au prix de.	0,135
3, Location de wagon, à raison d'un chargement de 3,000 kilogr., maximum du poids toléré, au prix de, par tonne et par kilom.	0,180

Ce dernier mode de transport, n'ayant produit qu'un vingtième à peine de la recette totale, fut abandonné en 1841.

Avant les expériences réalisées par l'administration belge, on avait généralement regardé le transport des marchandises en détail comme ne pouvant s'effectuer par les soins de l'Etat : les pertes, les avaries, qui semblaient devoir naître du peu d'aptitude présumée de l'administration pour ce genre de service tout commercial, telles étaient les objections contre l'organisation complète d'un service de transports, objections qu'une expérience de plusieurs années a entièrement détruites. — Afin de soustraire le commerce à l'action de tout intermédiaire

obligé qui, par ses prix de factage, tant pour prendre la marchandise chez l'expéditeur que pour la remettre à domicile au destinataire, peut toujours rendre illusoires pour le public les tarifs de station à station, quelque favorables qu'ils soient, l'administration a créé six tarifs spéciaux, mis en vigueur depuis le 1er août 1840, en remplacement de ceux alors existants.

Le premier tarif, instituant une nouvelle branche de recette, celle relative au transport des articles de diligence avec factage à domicile, classe les marchandises par colis en quatre catégories, en raison de leur poids, savoir :

De 5 kilogr. et au-dessus, au prix uniforme de 50 cent., quelle que soit la distance.
De 6 kilogr. à 15, au prix de 6 dixièmes de cent. par kilomètre.
De 16 — à 25, — de 9 — —
De 26 — à 100, taxés au poids réel de 10 en 10 kilogrammes.

Le tarif n° 2 remplace le tarif par tonneau. Il distingue les marchandises en trois catégories : 1° marchandises pondéreuses, telles qu'engrais, matériaux de construction, houille, métaux et céréales ; 2° les marchandises du commerce en général ; 3° les objets fragiles ou encombrants.

Le prix de la première catégorie par tonne et par kilomètre a été porté à.	fr. 0,086 (1).
Ceux de la seconde.	0,010
Ceux de la troisième.	0,014

Le tarif n° 3 est relatif au transport des bagages qui accompagnent les voyageurs, lequel est fixé à 3 centimes par 100 kilogrammes et par kilomètre.

Le tarif n° 4 institue un service qui n'avait encore été essayé sur aucun chemin de fer, le transport des finances et valeurs à domicile. Les prix de ce tarif sont très-modérés et varient suivant l'importance de la somme et la longueur du transport.

Enfin les tarifs nos 5 et 6 se rapportent au transport des voitures et à celui des chevaux et du bétail.

(1) Un arrêté du 16 novembre 1842 accorde une diminution de 10 pour cent sur ce prix, en faveur des céréales, des poissons, du sel, de la houille et des engrais.

Le factage à domicile, étendu aux quatre premiers tarifs, permet au commerce de se passer complétement d'intermédiaires obligés et coûteux. Des correspondances avec toutes les messageries et roulages du pays font jouir les localités les plus éloignées du railway des bienfaits de ce mode de transport. Des conventions du même genre conclues avec les messageries d'Allemagne et de France complètent les relations du railway, et aujourd'hui les marchandises confiées au chemin de fer sont remises directement à destination en Allemagne, en France, en Italie et en Espagne.

Un système d'administration aussi complet et si en rapport avec tous les besoins devait nécessairement procurer à l'administration de beaux résultats. Nous voyons en effet, dans les derniers rapports publiés par ses soins, que les recettes et la masse des transports n'ont cessé de s'accroître au delà de toute prévision. Le produit des six tarifs, qui en 1840 n'avait été que de 456,000 francs, s'est élevé pour l'année 1842 à la somme de 2,732,157 fr., et pour 1843 à 3,559,189 fr., soit une augmention de 827,062 fr. en une année seulement. Le mouvement des marchandises, qui n'était que de 30,000 tonnes en 1840, s'élevait en 1843 à 358,563 tonnes, et en 1844 à 516,000 tonnes. Ce résultat est dû non-seulement à la classification particulière des tarifs, mais encore à leur abaissement en novembre 1842, et aussi aux grands efforts que fait le gouvernement belge pour donner au commerce et à l'industrie de ses nationaux le plus haut degré d'extension.

§ 3.

DU TARIF DES MARCHANDISES EN FRANCE.

Sur le peu de chemins de fer que possède la France, il en est plusieurs qui ne servent qu'au transport des voyageurs et ne voiturent qu'une quantité insignifiante de marchandises. Deux lignes seulement, celles de Saint-Etienne à Lyon et d'Alais à Beaucaire, ont pour destination essentielle le transport des marchandises. Trois autres lignes, celles de Paris à Rouen et à Orléans et celle de Strasbourg à Bâle, ont organisé sur une grande échelle le service des marchandises, concurremment avec celui des voyageurs.

Les premiers chemins de fer créés en France, ceux de Lyon

à Saint-Etienne et de Saint-Etienne à Andrezieux, n'étaient destinés qu'au transport des marchandises ; on ne soupçonnait pas l'énergique concurrence que ces voies allaient faire aux autres moyens de communication. Aussi le gouvernement n'intervint-il que pour déclarer que ces chemins étaient la propriété exclusive de leurs fondateurs, et pour accorder à ceux-ci des concessions à perpétuité. Ces deux chemins n'ont été entrepris que dans le but de transporter le charbon des gîtes houillers au bassin de la Loire, et cet objet de transport y forme aujourd'hui encore la presque totalité du mouvement des marchandises. Le chemin de Lyon à Saint-Etienne transporte annuellement plus de 600,000 tonnes de houille (1) ; le prix par tonne et par kilomètre est de 0 fr. 098.

Les autres chemins, établis postérieurement, ont été soumis à l'observation des tarifs maximum pour le transport des marchandises. Voici quelles étaient les dispositions de ces tarifs et le mode de classification adopté pour chaque objet de transport :

Par tonne et par kilomètre.

Pour la houille.	fr. 0,090
Et pour les autres produits selon les diverses classes :	
1re CLASSE. Fumier, engrais, pierre à chaux, moellons, cailloux, sable, argile, tuiles, briques, pavés et matériaux de toute espèce pour la construction et la réparation des routes.	0,120
2e CLASSE. Grains, farines, chaux et plâtre, minerais, coke, charbon de bois, bois à brûler, perches, planches, madriers, bois de charpente, marbre en bloc, pierre de taille, bitume, fonte brute, fer en barres ou en feuilles, plomb en saumons.	0,140
3e CLASSE. Fonte moulée et plombs ouvrés, cuivre et autres métaux, ouvrés ou non, vinaigres, vins, boissons, spiritueux, huiles, cotons et autres lainages, bois de menuiserie, de teinture et autres bois exotiques, sucre, café, drogues, épicerie, denrées coloniales, objets manufacturés.	0,160

On sait que parmi les nombreuses compagnies qui se formèrent en 1838 deux seulement ont survécu, celles de Paris à

(1) Pendant le premier semestre de 1844, la circulation s'est élevée à 315,728 tonnes, ce qui représente une augmentation totale de 12,806 tonnes sur le semestre correspondant de 1843.

Orléans et de Bâle à Strasbourg. Une troisième, celle de Paris à Rouen, se forma peu de temps après, et fut, ainsi que les deux premières, astreinte à l'observation du tarif que nous venons de rapporter ; mais, sur leurs réclamations, la chambre consentit à augmenter comme suit ce tarif :

Pour la houille.	fr.	0,125
Objets de première classe.		0,160
— de deuxième classe.		0,180
— de troisième classe.		0,200

Quoique inférieurs aux tarifs prescrits par le gouvernement anglais et à ceux stipulés par les législatures américaines, ces prix sont évidemment trop élevés pour le pays, ainsi que les législateurs eux-mêmes n'ont pas tardé de le reconnaître. Néanmoins ces prix, comparés aux prix courants des messageries, du roulage et du transport par eau, ont offert au commerce des avantages considérables.

Prix par tonne de 1,000 kilogr. pour le trajet entier de Paris à Rouen.

	Orléans.	Rouen.	
Par messageries.	90 fr.	100 fr.	c.
Par roulage accéléré en 30 heures	60	70	
Par roulage ordinaire en 3 à 4 jours	30	35	
Par bateaux à vapeur en 3 ou 4 jours. . . .	»	50	
Par bateaux ordinaires (1).	»	23	50
Par chemin de fer à la vitesse des voyageurs (2)	52	60	
Par chemin de fer à petite vitesse (3), prix moyen entre les différentes classes. . . .	16	23	

Les prix par tonne et par kilomètre sont semblables au tarif légal. La marche suivie pour la fixation des différents tarifs est

(1) Ce service, fréquemment interrompu sur la basse Seine et tout à fait impossible pendant plusieurs mois sur la haute Seine et sur les canaux supérieurs, exige un temps démesurément long qui rend ce service impropre au transport des objets de quelque valeur.

(2) Les articles de messagerie seulement font partie des convois de voyageurs.

(3) Ce service se fait en 30 heures, dont 9 pour le trajet et 21 pour la réception, le chargement et le déchargement des marchandises. Ce dernier point semble susceptible de grandes améliorations.

à peu de chose près la même que pour les chemins de fer belges. Le tarif des articles de messagerie s'applique aux bagages qui accompagnent les voyageurs, quand le poids excède les 15 kilogrammes de franchise accordés par la loi. Il classe les marchandises par colis en cinq catégories, en raison de leur poids, jusqu'à 100 kilogrammes. Pour les colis au-dessus de 100 kilogrammes, le calcul s'établit par fraction indivisible pour tous les poids compris entre ce chiffre et celui de 200 kilogrammes. Mais aux abords des extrémités de ces deux lignes, le poids se divise par fractions de 50 kilogrammes, ce qui est évidemment une faveur pour les grandes distances, puisqu'en toute circonstance le cahier des charges autorise la compagnie à percevoir par cinquième de tonne, soit 200 kilogrammes. Au-dessus de 200 kilogrammes la question du poids domine toutes les autres; le tarif est fixé d'une manière générale, quelle que soit la distance, à 2 centimes par kilomètre et par fraction indivisible de 50 kilogrammes. Les mêmes règles sont suivies pour le parcours des distances intermédiaires : les petits colis de 5 kilogrammes et au-dessous payent 40 centimes pour le transport jusqu'à 20 kilomètres, et 1 franc seulement pour aller au delà de 100 kilomètres.

On retrouve les mêmes bases générales dans le tarif pour le transport des grosses marchandises et pour celui des voitures, bestiaux, etc. Toutefois une grande modification a été opérée sur le chemin de Rouen, relativement au transport des marchandises; la compagnie, après huit mois d'exploitation, a substitué aux trois classes du tarif officiel d'autres séries qui ont au moins le mérite de simplifier le mécanisme du transport.

La première série comprend les objets ordinairement désignés sous le titre de *hors classe :* ce sont les marchandises précieuses ou dangereuses, les comestibles et les objets non dénommés dans le tarif officiel et qui ne pèsent pas 200 kilogrammes ou mètre cube ; ils payent uniformément 30 centimes par tonne et par kilomètre au lieu de 40 centimes, ainsi que le cahier des charges y autorise la compagnie. On y a joint le poisson frais expédié par chargement complet de 4,000 kilogrammes.

La seconde série, qui représente la première classe du tarif officiel, a aussi été l'objet de réductions assez sensibles. Ce qui reste de la première classe est tarifé à 12 centimes par tonne et

par kilomètre à la descente, et à 15 centimes à la remonte, au lieu de 20 centimes portés au tarif du cahier des charges; c'est donc 25 à 40 pour cent de réduction; pour les huîtres par chargement entier, qui devraient payer 5 centimes par quintal ou 50 centimes par tonne, le rabais est de 70 pour cent à la remonte, qui est le sens de la circulation principale.

La troisième série, formée d'une partie de la première classe, les *vins* et boissons en tête, et de la deuxième et de la troisième classe du tarif officiel, est soumise à un tarif uniforme de 9 centimes à la descente et de 12 centimes à la remonte, tandis que le tarif légal est, suivant les classes, de 16, 18, ou 20 centimes à la remonte comme à la descente. De cette manière, les vins jouissent à la remonte d'une remise de 40 pour cent et à la descente de 55 pour cent. Les houilles sont moins favorisées que tous les autres articles compris dans la troisième série; elles payent 9 centimes ou 12 centimes, suivant la direction; le tarif légal est de 12 centimes et demi.

Deux dispositions particulières ont été adoptées sur le chemin de Paris à Orléans; elles sont relatives à la location des wagons entiers et à celle des plates-formes ou *trucks*, destinées au transport journalier de deux carrioles chargées de marchandises des trois classes, à cette condition que le poids total, véhicule compris, ne dépasse pas 4,000 kilogrammes. Cette disposition, établie au profit de quelques grandes maisons de roulage, qui offrent aux compagnies de chemins de fer assez de garanties pour traiter pendant au moins un an, constitue par le fait un véritable monopole. Quant à la première disposition, elle n'a encore reçu jusqu'ici qu'un développement assez restreint. Ce mauvais résultat est attribué à l'obligation, difficile à remplir, de ne pas charger plus de 3,500 kilogrammes par wagon. De plus cette obligation est rendue onéreuse par le prix assez élevé de 107 fr. par jour, pour l'aller et le retour, en traitant au moins pour six mois.

Sur le chemin de Strasbourg à Bâle, le transport des marchandises s'opère de même sur une assez grande échelle. L'exploitation comprend quatre tarifs principaux : 1° celui des bagages de voyageurs; 2° celui des marchandises transportées à la vitesse des voyageurs; 3° celui des finances, et 4° celui du transport des voitures et des chevaux.

En général la base des tarifs perçus pour le transport des

marchandises sur les chemins de fer français paraît vicieuse, en ce sens que les prix portent plutôt sur le poids et la qualité des objets que sur la distance à laquelle il s'agit de les transporter. Un tel système favorise outre mesure les points extrêmes de la ligne, tandis qu'il est onéreux pour les intérêts des localités intermédiaires.

L'ordonnance du 8 décembre 1843, qui fixe les tarifs des chemins de fer partant de Lille et Valenciennes pour rejoindre le réseau belge, organise en même temps le transport des voyageurs sur ces deux lignes. L'art. 4 est ainsi conçu : *Le transport des marchandises de roulage se fera par location de wagons entiers*, le maximum de charge d'un wagon étant fixé à 4,000 kilogrammes. — Cette disposition, du moins nous aimons à le croire, ne peut être définitive. A quoi aboutirait-elle en effet, sinon à la constitution des chemins de fer à l'état de monopole, et cela au profit unique des négociants et manufacturiers qui feront assez d'affaires pour charger un wagon entier. L'ordonnance n'admet qu'une exception à cette règle, c'est pour les colis dont le poids dépasse 50 kilogrammes, lesquels peuvent être admis dans les convois de voyageurs au taux de 5 millimes par 10 kilogrammes, soit 50 centimes par tonne et par kilomètre, tandis que le transport par wagon entier ne revient qu'à moins de 2 centimes. Un tel abus, nous le répétons, ne peut être que provisoire et devra disparaître aussitôt que l'exploitation pourra avoir lieu sur toute la ligne de Paris à la frontière belge.

Chaque voyageur sur ces deux lignes a droit au transport gratuit de 20 kilogrammes; au-dessus de ce poids, le tarif du transport par kilomètre et par chaque 10 kilogrammes d'excédant est réglé à 5 millimes. Le tarif pour le transport des articles dits *de messagerie* est réglé par chaque dizaine de kilogramme et par kilomètre à 5 millimes. Le prix de location de chaque wagon chargé de 4,000 kilogrammes est de 75 centimes par kilomètre.

Quant aux cahiers des charges que l'administration impose aux compagnies, l'expérience a fait reconnaître qu'il était susceptible de graves modifications, surtout en ce qui concerne la classification des marchandises et la fixation d'un tarif uniforme pour toutes les lignes. Nous ne reproduirons pas ici les observations déjà produites dans le chapitre précédent sur ce

dernier point. Quant à la classification des différentes espèces de marchandises et à celle du tarif qui devrait leur être appliqué, il nous semble qu'il serait beaucoup plus sage d'attendre l'expérience des deux premières années avant de rien statuer à cet égard. Ce n'est qu'au bout de ce temps que les besoins des contrées desservies peuvent se manifester ; ce n'est que d'après l'observation intelligente des faits qui se seront produits que l'on pourra établir la classification la plus profitable, non-seulement à l'intérêt du commerce des contrées desservies, mais encore à celui des administrateurs mêmes du chemin.

CHAPITRE VI.

LÉGISLATION DES CHEMINS DE FER.

De la concession. — De l'exécution de la concession. — Des tarifs et de l'impôt du dixième. — Du cahier des charges de concession. — Police et surveillance du chemin.

La législation des chemins de fer a pour objets généraux de régler :

1° La concession du chemin ;
2° L'exécution de la concession ;
3° L'établissement des tarifs, droits et impôts ;
4° Le cahier des charges ;
5° La police et la surveillance du chemin.

§ 1.

DE LA CONCESSION (1).

La concession est l'autorisation accordée à une compagnie, par une loi ou une ordonnance, d'établir un chemin de fer d'après certaines conditions déterminées. Cette compagnie prend alors le titre de compagnie concessionnaire. Toute compagnie qui désire obtenir une concession est tenue de se soumettre aux formalités suivantes. Elle établit d'abord un avant-projet où se trouvent déterminés le tracé général du chemin, la position des

(1) Nous avons suivi pour cette partie l'ouvrage de M. *Nogent Saint-Laurens*, intitulé *Traité de la législation et de la jurisprudence des chemins de fer*.

stations, les tarifs, les garanties offertes, la quotité des fonds justifiés et des fonds réalisés, en un mot toutes les questions d'exécution pratique. Cet avant-projet est présenté au ministre des travaux publics par le représentant de la compagnie; on en débat les conditions, on en examine les garanties, et, lorsque l'administration est suffisamment éclairée, elle décide s'il y a lieu de l'accepter provisoirement. Deux formalités doivent alors être accomplies : l'administration ordonne une enquête officielle, et le représentant de la compagnie accepte le cahier des charges en apposant sa signature au bas. Ces deux formalités constituent une *concession provisoire directe.*

Il y a deux sortes de concessions provisoires : 1° celle que nous venons d'indiquer et qui a lieu en vertu de l'acceptation d'un avant-projet par l'administration supérieure, sauf l'approbation des chambres : on la nomme concession provisoire directe ; 2° celle qui est le résultat d'une adjudication : on la désigne sous le nom de *concession indirecte.* Nous en avons parlé au chapitre de l'exécution des travaux. L'enquête administrative est non-seulement une *formalité légale* (*V.* art. 3 de la loi du 3 mai 1841, pour l'expropriation pour cause d'utilité publique), elle est encore *générale :* elle s'applique à la fois aux cas où la compagnie est autorisée par une loi, et à celui où son existence est décrétée par une simple ordonnance.

En Angleterre, il n'y a point d'enquête administrative. L'enquête se fait par le moyen de comités formés au sein des chambres; en France, elle est laissée aux soins de l'administration. Les formalités de l'enquête ont été réglées d'abord par une ordonnance du 28 février 1831, et ensuite par celle du 18 février 1834. A l'ouverture de l'enquête, le représentant de la compagnie doit déposer : 1° un *avant-projet* renfermant le tracé général de la ligne des travaux, les dispositions principales des ouvrages les plus importants et l'appréciation sommaire des dépenses ; 2° un *mémoire descriptif* indiquant les avantages qu'on peut se promettre de l'entreprise ; 3° le *tarif des droits* dont le produit est destiné à couvrir les frais d'établissement et à assurer les bénéfices. Munie de ces trois documents indispensables, l'administration commence son appréciation officielle. Dans chaque département que la ligne des travaux doit traverser, le préfet nomme une commission d'enquête composée des principaux propriétaires, des négociants,

des industriels, etc., et chargée des informations *de commodo et incommodo*, comme pour les autres travaux publics.

La loi qui autorise une concession devant être soumise aux chambres, le ministre rédige un projet de loi qui prend le nom de *projet du gouvernement*. Ce projet est présenté à la chambre des députés, qui le soumet à l'examen d'une commission. Ou la commission l'accepte, ou elle le modifie, ou bien encore elle en change complétement la disposition. Dans les deux derniers cas, elle rédige un nouveau projet qui se nomme *projet de la commission*. La discussion s'engage alors. Ordinairement elle porte sur deux points principaux : la question des tarifs et la question de solvabilité financière de la compagnie. La première varie selon les projets, la seconde est résolue en Angleterre et en France par des règles fixes. En Angleterre, les compagnies ont à justifier de leur solvabilité avant la demande du bill d'autorisation. Les souscriptions doivent s'élever à la moitié au moins du montant de l'estimation des travaux avant cette demande, et aux trois quarts avant l'adoption du bill à la chambre des communes.—En France, la question de solvabilité des compagnies est soumise à une règle générale et à une règle particulière. La règle générale détermine la constitution d'un fonds social et la réalisation en espèces d'une certaine partie de ce fonds avant l'ouverture des travaux. La règle particulière consiste dans la fixation spéciale et variable, par l'administration ou par les chambres, de la quotité du fonds social et du montant de la somme à réaliser en espèces sur ce fonds (1).

(1) C'est à l'inobservance de ces règles que l'on doit les déplorables jeux de bourse et les agiotages scandaleux auxquels donne lieu en France l'exploitation des chemins de fer par l'intérêt privé. Voici comment on procède : le soumissionnaire émet des actions ou même des promesses d'actions avant la constitution de la compagnie en société anonyme, légalement autorisée, et on spécule à la bourse longtemps avant de s'occuper de l'établissement du chemin. Il y a quelques années, c'était bien pis encore : on spéculait et on ne construisait pas. Aussi les chambres ont-elles montré plusieurs fois de la sévérité sur ce chapitre : défense expresse a été faite, par exemple en 1838, à la compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans d'émettre des actions avant d'être constituée en société anonyme. En outre on lui a imposé la condition de garder pour un million d'actions en portefeuille pendant toute la durée des travaux. — En 1841, la concession du chemin

Aussitôt que le projet de loi du gouvernement ou celui de la commission, accepté par le gouvernement et par la compagnie concessionnaire, a reçu la sanction des chambres, la concession, qui jusqu'alors n'était que provisoire, devient définitive. La loi est aussitôt promulguée; elle prend la date de sa promulgation et doit être exécutée comme loi de l'Etat.

La concession est définitive par l'adoption de la loi, exécutoire par sa promulgation. Il n'y a qu'une seule exception à cette règle générale. Cette exception résulte de l'art. 3 de la loi du 3 mai 1841, ainsi conçue : *Une ordonnance royale suffira pour autoriser l'exécution des routes départementales, celle des canaux et chemins de fer d'embranchement de moins de* 20,000 *mètres de longueur, des ponts et de tous autres travaux de moindre importance.* En ce cas, la concession devient définitive par une simple ordonnance royale délibérée en conseil d'Etat, *exécutoire* par l'insertion de l'ordonnance au Bulletin des lois.

De l'exécution de la concession.

La compagnie existe ou est censée exister lorsque son représentant dépose un avant-projet concessionnaire au ministère des travaux publics ; néanmoins elle n'est provisoirement constituée que jusqu'à l'époque de la concession définitive. En effet, si son avant-projet est repoussé par l'administration, ou si le projet de loi qui la concerne est rejeté par les chambres, son objet venant à manquer, elle se trouve naturellement dissoute. Jusqu'à la concession définitive, il n'y a donc qu'une association provisoire conditionnelle. Cette association ne prend le nom de *Compagnie concessionnaire* qu'après la promulgation de la loi. La compagnie concessionnaire d'un chemin de fer se constitue toujours en société anonyme.

L'exécution de la concession n'est, en d'autres termes, que

de fer de Paris à Meaux n'a point été admise, parce que la compagnie ne justifiait pas de la réalisation d'une somme suffisante. Mais, malgré ces précautions, l'agiotage n'en continue pas moins, témoin les dernières adjudications des chemins du Centre et de Bordeaux, et les mesures répressives ajoutées, sur la motion de M. le comte Daru, aux nouveaux cahiers des charges de concession.

l'exécution pleine et entière du cahier des charges. La compagnie concessionnaire est tenue de commencer les travaux dans le délai d'une année à dater de l'homologation de la concession. Si elle laisse passer ce délai, elle encourt la déchéance de son droit. En ce cas, la totalité de son cautionnement devient la propriété du gouvernement. Le cautionnement consiste en une somme plus ou moins forte, selon la valeur de la concession versée au trésor par le soumissionnaire. D'un autre côté, les expropriations pour cause d'utilité publique, qui doivent mettre à la disposition de la compagnie les terrains nécessaires, ne peuvent commencer qu'après la réalisation des conditions suivantes : 1° la justification faite par la compagnie de la constitution du fonds social ; 2° la réalisation d'une certaine partie du fonds social. — La réunion de ces conditions offrant des garanties assurées d'exécution, la compagnie peut commencer ses travaux dès qu'elle peut disposer de tous les terrains sur lesquels doit passer la ligne du chemin de fer. L'acquisition ou la prise de possession de ces terrains moyennant indemnité a été définitivement réglée par la loi du 3 mai 1841 sur l'expropriation pour cause d'utilité publique. La disposition générale de cette loi étant applicable à la fois aux routes royales, canaux, chemins de fer, à la canalisation des rivières, aux bassins et docks entrepris par l'Etat, les départements, les communes ou les compagnies particulières, nous n'avons point à en rendre ici un compte spécial.

§ 2.

DES TARIFS, DE L'IMPOT DU DIXIÈME ET DE LA GARANTIE D'INTÉRÊT.

Des tarifs. Le tarif ou prix des places sur un chemin de fer se compose, comme nous l'avons vu, de deux choses bien distinctes : le *péage* et le *transport*. Il ne nous reste à ajouter à ce qui a été dit au chapitre IV, sur ce sujet, que quelques considérations sur l'impôt du dixième.

L'impôt du dixième, établi en France sur le prix des places des voitures partant à heure fixe, date de l'an VI. Il ne porte que sur les places des voyageurs seulement ; sa valeur est du dixième de la partie du tarif désignée sous le nom de *transport* (*V.* plus loin, § 3, le tarif des cahiers des charges). Les tarifs dont la jouissance est dévolue aux compagnies concessionnaires

ne comprennent jamais, dans leur énonciation, l'impôt dû au trésor.

L'exception de l'impôt du dixième au profit des marchandises se conçoit facilement par la situation particulière des chemins de fer relativement aux routes ordinaires. La rétribution payée par les voyageurs sur celles-ci représente uniquement les frais du transport. Ces routes étant construites et entretenues aux frais de l'Etat, les messageries n'ont rien à réclamer à titre de péage. L'impôt établi porte en conséquence sur la totalité de la rétribution payée par le voyageur. Il ne peut en être de même sur les chemins de fer. Ici le prix des places représente à la fois les dépenses de la *traction* et le chiffre du *péage*, c'est-à-dire l'intérêt du capital employé à la construction et les frais d'entretien du chemin. Or l'impôt ne pourrait sans injustice frapper la totalité du prix des places, car une partie des frais de construction et la totalité des frais d'entretien du chemin de fer sont à la charge des compagnies concessionnaires, tandis que les entrepreneurs de voitures publiques sur les routes ordinaires n'ont aucuns frais semblables à supporter. Sur les routes ordinaires, le prix des places est composé d'un élément simple, le *transport;* sur les chemins de fer, de deux éléments, le *transport* et le *péage*. Pour qu'il y ait égalité, il faut nécessairement que sur les chemins de fer l'impôt n'atteigne que l'industrie du transport. La loi du 2 juillet 1838 a établi cette égalité. — D'après les calculs approximatifs, la partie du prix des places qui correspond au péage entre pour les deux tiers dans la rétribution payée par le voyageur ; la partie qui représente le transport n'y est comptée que pour un tiers seulement. Si le cahier des charges ne fixait pas le tarif, ou bien si ce tarif n'était point divisé en deux parties, correspondant l'une au transport, l'autre au péage, c'est exclusivement sur ce dernier tiers que porterait l'impôt. Ce cas exceptionnel est ainsi fixé par la loi.

Des garanties d'intérêt accordées par l'Etat aux compagnies concessionnaires. Lorsqu'un Etat n'exécute pas lui-même ses chemins de fer et qu'il ne trouve pas des compagnies disposées à s'en charger, il garantit à l'industrie privée un minimum d'intérêt pendant toute la durée de l'exploitation. Souvent aussi la garantie d'un minimum d'intérêt est accordée en guise de secours à une compagnie dont les affaires sont en mauvais état.

Ainsi la loi du 15 juillet 1840 autorise le ministre des travaux publics à *garantir au nom de l'Etat à la compagnie du chemin de Paris à Orléans un minimun de quatre pour cent pendant quarante-six ans et trois cent vingt-quatre jours à dater du jour où le chemin de fer sera terminé et livré à la circulation dans toute son étendue, à la charge par la compagnie d'employer annuellement un pour cent à l'amortissement de son capital.* Cette mesure, qui est une dérogation formelle au système ordinaire de concession tel qu'il est établi en France, semble injuste ; en ce qu'elle procure à certaines compagnies des avantages et des sûretés qui sont refusés aux autres. Alors même qu'elle est générale, elle favorise encore des associations de capitalistes et de spéculateurs au détriment du public. En effet l'Etat se charge en ce cas de couvrir toutes les chances de pertes de l'entreprise, sans participer aux bénéfices ; tandis que, s'il exécutait et s'il exploitait lui-même les chemins de fer, il pourrait bien à la vérité perdre dans l'exploitation de certaines parties de son système général, mais en compensation il retirerait des bénéfices de l'exploitation des lignes favorablement situées.

§ 3.

DU CAHIER DES CHARGES DE CONCESSION.

Le cahier des charges de concession est imposé par le ministre des travaux publics ; il contient l'expression des termes de la concession elle-même, des clauses et conditions auxquelles elle est faite. Il lie à la fois le gouvernement et la compagnie : celle-ci s'engage à exécuter les travaux aux clauses et conditions établies à la suite de l'enquête ; le premier s'engage à soutenir devant les deux chambres le projet de loi autorisant la concession. Il est une autre espèce de cahier des charges dont nous avons déjà parlé et qui se rapporte uniquement à la série des conditions imposées aux entrepreneurs pour l'exécution d'une partie ou de la totalité des travaux.

Le cahier des charges de concession se compose de dispositions invariables et générales, applicables à tous les chemins de fer concédés directement aux particuliers par l'Etat. Ces clauses et conditions déterminent toutes les stipulations conclues entre l'Etat et les compagnies, relativement aux travaux d'art, à la

voie et à son matériel, aux machines locomotives et aux voitures de transport, aux tarifs, à la résiliation du bail, au retour à l'Etat, etc., etc. Mais ce document essentiel participe à un tel point de l'extrême mobilité qui n'a cessé de régner dans la question des chemins de fer, qu'un volume ordinaire suffirait à peine à l'énoncé et à l'analyse du texte de tous les cahiers des charges successivement adoptés par les chambres, et appliqués à nos diverses compagnies.

Nous devons donc nous borner à présenter l'analyse des principales dispositions du cahier des charges pour les lignes concédées ou à concéder sous l'empire de la loi du 11 juin. Mais comme, d'un autre côté, une loi nouvelle pour l'exécution et l'exploitation de certaines lignes, entre autres celle du Nord, doit être présentée dans peu à l'approbation des chambres, nous aurons à faire connaître dans un texte particulier les modifications les plus importantes dont le cahier des charges actuel sera l'objet.

TEXTE OFFICIEL DU CAHIER DES CHARGES POUR LE BAIL D'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER A CONCÉDER SOUS L'EMPIRE DE LA LOI DU 11 JUIN 1842.

L'Etat livre aux compagnies les terrains, les terrassements, les ouvrages d'art, les stations, ateliers, etc., du chemin de fer, dans les délais et sous les conditions ci-après déterminées.

Des stations principales doivent être établies sur les principaux points de la ligne. Le ministre des travaux publics se réserve la faculté d'en déterminer le nombre, l'emplacement et la surface.

Travaux d'art et de terrassement (1).

La compagnie concessionnaire est tenue de prendre livraison des terrassements et des ouvrages d'art à mesure qu'ils seront achevés entre

(1) Dans le cahier des charges pour le chemin de fer du Nord, l'Etat reste seul chargé de l'achèvement complet des travaux. La valeur lui en est remboursée par la compagnie, d'après les comptes arrêtés par le ministre des travaux publics.— Le chemin sera livré à la compagnie par sections, au fur et à mesure de son entier achèvement, c'est-à-dire pourvu sur toute sa longueur d'une double voie, des changements de voie, excentriques, tourne-rails, grues, etc., le tout acquis et construit aux frais de l'Etat. Il n'y aura d'exception à cette dernière règle que pour la construction de certaines stations et l'acquisition du matériel d'exploitation, laissées à la charge de la compagnie.

Relativement aux embranchements de Lille à Calais et Dunkerque, leur construction aura lieu par la compagnie dans un délai qui ne pourra excéder le terme de trois ans.— L'entreprise étant d'utilité publique, la compagnie est investie de

deux stations principales, et sur la notification qui lui sera faite de leur achèvement. Il est dressé procès-verbal de cette livraison. Un an après la date de ce procès-verbal, il est procédé à une reconnaissance définitive des travaux livrés, et cette reconnaissance est constatée par un nouveau procès-verbal contradictoire, qui a pour effet d'affranchir l'Etat de toute garantie pour les terrassements. La garantie pour les ouvrages d'art ne cesse qu'un an après le procès-verbal de reconnaissance définitive. La livraison des bâtiments des stations se fait successivement et jusqu'à l'expiration du délai laissé à la compagnie pour la pose de la voie de fer. Les bâtiments sont garantis par l'Etat durant cinq ans, à partir de chaque livraison. Si la compagnie, avant l'expiration de l'année, posait la voie de fer dans les sections qui lui auront été successivement livrées, et si, par suite du tassement ultérieur des remblais, des rechargements devenaient nécessaires, l'Etat ne tiendrait compte à la compagnie que de la dépense d'un rechargement en terre.

Immédiatement après la prise de possession définitive par la compagnie de tout ou partie des travaux à la charge de l'Etat, il est dressé contradictoirement, entre l'administration et ladite compagnie, un état des lieux, comprenant : 1° la description de tous les terrains qui serviront d'emplacement au chemin de fer et à ses dépendances; 2° l'état des travaux d'art et de terrassement, comprenant les ponts, ponceaux, aqueducs, et tous autres ouvrages d'art construits en vertu des projets approuvés par l'administration supérieure. Au fur et à mesure de la livraison des bâtiments des stations et de tous autres construits par l'Etat, en est dressé un état descriptif qui est annexé à l'état des lieux ci-dessus mentionné.

De la voie et de son matériel.

De son côté, la compagnie s'engage : 1° à fournir et à poser, à ses frais, la voie de fer et tous ses accessoires, y compris les croisements et changements de voie, les plates-formes tournantes, et le sable de fondation des voies; 2° à fournir les machines locomotives, les voitures de voyageurs, les wagons de marchandises, les grues et engins nécessaires pour le mouvement des marchandises, les pompes et réservoirs d'eau pour l'alimentation des machines, l'outillage des ateliers de réparation, et en général tout le matériel de transport, de chargement et de déchargement nécessaire à l'exploitation; 3° à établir, à ses frais, les clôtures nécessaires pour séparer le chemin de fer des propriétés riveraines. Ne sont pas comprises dans les clôtures mises à la charge de la compagnie celles en maçonnerie qui pourront être faites aux gares et stations, non

tous les droits particuliers que les lois confèrent à l'administration elle-même pour tous les détails de la construction. L'exécutiou des travaux est soumise au contrôle des agents de l'Etat. La durée de la concession ne pourra dépasser quarante-cinq ans.

Il est entendu que les frais d'entretien et ceux de réparation restent entièrement à la charge de la compagnie.

plus que les barrières des passages à niveau, lesquelles seront exécutées par l'État et à ses frais.

La voie doit être double sur tout le parcours du chemin de fer. Le nombre des voies est augmenté, s'il y a lieu, dans les gares et aux abords de ces gares, conformément aux décisions qui sont prises par le ministre des travaux publics, la compagnie préalablement entendue.

Les rails et autres éléments constitutifs de la voie de fer doivent être de bonne qualité, et peser au moins trente kilogr. par mètre courant.

La compagnie, si elle en est requise, s'engage à reprendre, moyennant un prix fixé à dire d'experts, et pourvu qu'ils soient propres à l'exploitation du chemin de fer, les rails et coussinets que le ministre des travaux publics aurait acquis pour l'exécution des chemins de fer provisoires.

Les clôtures consistent dans des murs ou des haies, ou des poteaux avec des lisses.

La largeur de la voie entre les bords extérieurs des rails doit être d'un mètre quarante-quatre centimètres, ou un mètre quarante-cinq centimètres, et la distance entre les deux voies, au moins d'un mètre quatre-vingts centimètres, et au plus de deux mètres, mesurés entre les faces extérieures des rails de chaque voie.

Stipulations relatives au matériel des transports (1).

Les machines locomotives doivent être construites sur les meilleurs modèles connus; elles doivent consumer leur fumée, et satisfaire à toutes les conditions prescrites par le gouvernement pour la mise en circulation de cette classe de machines. Aux termes du cahier des charges, les voitures de voyageurs devront également être du meilleur modèle; elles seront toutes suspendues sur ressorts et garnies de banquettes. Il y en aura de trois classes au moins : les voitures de la première classe seront couvertes, garnies et fermées à glaces; celles de la seconde classe seront couvertes, fermées à glaces, et auront les banquettes rembourrées; celles de la troisième classe seront couvertes et fermées avec rideaux. Les voitures de toute classe devront d'ailleurs remplir les conditions réglées ou à régler par le gouvernement dans l'intérêt de la sûreté des voyageurs.

De l'établissement des travaux à la charge des compagnies.

La compagnie s'engage, 1° à terminer la pose de la voie de fer sur cha-

(1) Il n'a été apporté aucune modification importante aux *stipulations relatives au matériel des transports, à la fixation des tarifs*, ni à la détermination de *quelques charges particulières imposées aux concessionnaires*. Seulement le gouvernement se réserve la faculté de faire disposer le long des voies toutes les constructions, tous les appareils nécessaires à l'établissement d'une ligne télégraphique électrique. La compagnie sera tenue de faire garder par ses agents les fils et les appareils électriques. Les agents de la télégraphie voyageant pour le service devront être reçus gratuitement dans les wagons de la compagnie.

cune des sections dont elle aura pris possession, dans le délai d'une année, à dater de la reconnaissance définitive ; 2° à fournir et à mettre sur les rails dans le même délai, soit en machines locomotives soit en voitures de toutes classes, soit en wagons de marchandises et de bestiaux, soit en plates-formes pour le transport des voitures, un matériel suffisant pour l'exploitation de la ligne ; 3° à augmenter successivement le nombre des machines, voitures, wagons et plates-formes, en raison de l'accroissement de la circulation, sur les réquisitions qui lui seraient adressées par le ministre des travaux publics.

Faute par la compagnie d'avoir terminé la pose de la voie de fer et de posséder le matériel d'exploitation dans le délai stipulé, elle encourra la déchéance, et il sera pourvu à la continuation et à l'achèvement des travaux et au complément du matériel, par le moyen d'une adjudication publique aux enchères et qu'on ouvrira sur une mise à prix des ouvrages déjà exécutés, des matériaux et du matériel approvisionnés, et des portions du chemin déjà mises en exploitation. La compagnie évincée recevra de la nouvelle compagnie la valeur que l'adjudication aura ainsi déterminée pour lesdits objets. La portion non encore restituée du cautionnement de la première compagnie deviendra la propriété de l'Etat, et l'adjudication n'aura lieu que sur le dépôt d'un nouveau cautionnement. Il est à remarquer que ces stipulations ne sont point applicables au cas où le retard ou l'interruption dans les travaux ou dans la fourniture du matériel proviendrait de force majeure régulièrement constatée.

La compagnie est tenue, pendant toute la durée du présent bail : 1° de maintenir en bon état d'entretien le chemin de fer et toutes ses dépendances, c'est-à-dire les terrassements, les ouvrages d'art, les bâtiments des stations et autres, et les voies de fer et tous leurs accessoires, et d'y effectuer, à ses frais, tous les travaux de réparation et de reconstruction nécessaires ; 2° d'entretenir également en bon état les locomotives, les voitures et wagons employés aux transports, et de les renouveler au fur et à mesure des besoins ; 3° enfin de payer tous les frais d'entretien, de réparation et d'exploitation du chemin de fer.

Si le chemin de fer et toutes ses dépendances, tels qu'ils sont désignés ci-dessus, ne sont pas constamment entretenus en bon état, et si la compagnie ne satisfait pas aux injonctions qui lui seraient faites, il peut y être pourvu d'office, à la diligence de l'administration et aux frais de la compagnie. En ce cas, le montant des avances faites sera recouvré sur des états rendus exécutoires par le préfet, et dans les formes prescrites par les contributions directes.

La compagnie, pour les travaux mis à sa charge, est investie de tous les droits que les lois et règlements confèrent à l'administration elle-même pour les travaux de l'Etat. Elle pourra en conséquence se procurer par les mêmes voies les matériaux de remblai et d'empierrement nécessaires à la construction et à l'entretien du chemin de fer ; elle jouira, tant pour l'extraction que pour le transport et le dépôt des terres et matériaux, des priviléges accordés par les mêmes lois et règlements aux entrepreneurs de travaux publics, à la charge par elle d'indemniser à l'amiable les propriétaires des terrains endommagés, où, en cas

de non-accord, d'après les règlements arrêtés par le conseil de préfecture, sauf recours au conseil d'État, sans que, dans aucun cas, elle puisse exercer de recours, à cet égard, contre l'administration. Les indemnités pour occupation temporaire ou détérioration de terrains, pour chômage, modification ou destruction d'usines, et pour tout dommage quelconque résultant des travaux à la charge de la compagnie, seront supportées et payées par elle.

De la fixation des tarifs.

Pour indemniser la compagnie des dépenses que nécessite l'exécution des travaux mis à sa charge d'après les stipulations qui précèdent, le gouvernement lui concède l'autorisation de percevoir pour le transport des voyageurs, bestiaux, marchandises et objets quelconques, les droits déterminés dans le tarif général qui accompagne ce texte.

Les assimilations de classes pourront être provisoirement réglées par la compagnie; elles seront soumises immédiatement à l'administration, qui prononcera définitivement.

La perception de ce tarif a lieu par kilomètre, sans égard aux fractions de distance : ainsi un kilomètre entamé est payé comme s'il avait été parcouru (1). Les fractions des poids ne sont comptées que par centième de tonne : ainsi tout poids compris entre zéro et dix kilogrammes, payera comme dix kilogrammes; entre dix et vingt kilogrammes il payera comme vingt kilogrammes, etc. L'administration peut déterminer, par des règlements spéciaux, le minimum et le maximum de vitesse des convois de voyageurs, de marchandises et des convois spéciaux des postes, et la durée du trajet. Dans chaque convoi, la compagnie aura la faculté de placer des voitures spéciales, pour lesquelles les prix seront réglés par l'administration, sur la proposition de la compagnie; mais il est expressément stipulé que le nombre des places à donner dans ces voitures n'excédera pas le cinquième du nombre total des places du convoi. A moins d'autorisation spéciale et révocable de l'administration, tout convoi régulier de voyageurs devra contenir, en quantité suffisante, des voitures de toute classe, destinées aux personnes qui se présenteront dans les bureaux de la compagnie.

Marchandises.

Les marchandises qui, sur la demande des expéditeurs, seraient transportées avec la vitesse des voyageurs, payeront à raison de trente-six centimes la tonne. Dans le cas où la compagnie jugerait convenable, soit pour le parcours total, soit pour les parcours partiels de la voie de fer, d'abaisser, au-dessous des limites déterminées par le tarif, les taxes qu'elle est autorisée à percevoir, les taxes abaissées ne pourront être

(1) Néanmoins, pour toute distance parcourue moindre de six kilomètres, le droit est perçu comme pour six kilomètres entiers.

TARIF.

		PRIX de péage.	PRIX de transp.	PRIX TOTAL.
		fr. c.	fr. c.	fr. c.
	Par tête et par kilomètre.			
Voyageurs, non compris l'impôt du dixième sur le prix des places	Voitures couvertes, garnies et fermées à glaces (1re classe)	0,07	0,03	0,10
	Voitures couvertes, fermées à glaces et à banquettes rembourrées (2e classe)	0,05	0,025	0,075
	Voitures couvertes et fermées avec rideaux (3e classe)	0,03	0,025	0,055
Bestiaux	Bœufs, vaches, taureaux, chevaux, mulets, bêtes de trait	0,07	0,03	0,10
	Veaux et porcs	0,025	0,015	0,04
	Moutons, brebis, agneaux et chèvres	0,01	0,01	0,02
	Par tonne (1) *et par kilomètre.*			
Poissons	Huîtres et poissons frais, à la vitesse des voyageurs	0,30	0,20	0,50
Marchandises	1re classe. Fontes moulées, fer et plomb ouvrés, cuivre et autres métaux ouvrés ou non, vinaigres, vins, boissons, spiritueux, huiles, cotons et autres lainages, bois de menuiserie, de teinture et autres bois exotiques, sucre, café, drogues, épiceries, denrées coloniales et objets manufacturés	0,10	0,08	0,18
	2e classe. Blés, grains, farines, sels, chaux et plâtre, minerais, coke, charbon de bois, bois à brûler (dit de *corde*), perches, chevrons, planches, madriers, bois de charpente, marbre en bloc, pierre de taille, bitumes, fontes brutes, fer en barres ou en feuilles, plomb en saumons	0,09	0,07	0,16
	3e classe. Pierre à chaux et plâtre, moellons, meulières, cailloux, sable, argile, tuiles, briques, ardoises, fumier et engrais; pavés et matériaux de toute espèce pour la construction et la réparation des routes (2)	0,08	0,06	0,14
	Houille	0,06	0,04	0,10
Objets divers		0,15	0,10	0,25
	Par pièce et par kilomètre.			
Voitures à deux ou quatre roues, à un fond et à une seule banquette dans l'intérieur		0,15	0,10	0,25
Voitures à quatre roues et à deux fonds, et à deux banquettes dans l'intérieur		0,18	0,14	0,32

Le tarif est double si le transport a lieu à la vitesse des voyageurs. Dans ce cas, deux personnes pourront, sans supplément de tarif, voyager dans les voitures à une banquette, et trois dans les voitures à deux banquettes. Les voyageurs excédant ce nombre payeront le prix des places de deuxième classe.

(1) La tonne est de 1,000 kilogrammes. (2) Les denrées, marchandises, effets, animaux et autres objets non désignés dans le tarif seront rangés, pour les droits à percevoir, dans les classes avec lesquelles ils auraient le plus d'analogie.

relevées qu'après un délai de trois mois pour les voyageurs, et d'un an pour les marchandises. Tous changements apportés dans les tarifs seront annoncés au moins un mois d'avance par des affiches. Ils devront d'ailleurs être homologués par des décisions de l'administration supérieure, prises sur la proposition de la compagnie, et rendues exécutoires dans chaque département par des arrêtés du préfet. La perception des taxes devra se faire par la compagnie, indistinctement et sans aucune faveur. En cas d'abaissement du tarif, la réduction portera proportionnellement sur le péage et le transport.

Tout voyageur dont le bagage ne pèsera pas plus de trente kilogrammes n'aura à payer pour le port de ce bagage aucun supplément du prix de sa place.

Au moyen de la perception des droits et les prix ainsi réglés, la compagnie contracte l'obligation d'exécuter constamment avec soin, exactitude et célérité, le transport des voyageurs. Les bestiaux, denrées, marchandises et matières quelconques, seront transportés dans l'ordre de leur numéro d'enregistrement. Les frais accessoires non mentionnés au tarif, tels que ceux de chargement et d'entrepôt dans les gares et magasins du chemin de fer, seront fixés annuellement par un réglement qui sera soumis à l'approbation de l'administration supérieure. Les expéditeurs ou destinataires resteront libres de faire eux-mêmes, et à leurs frais, le factage et le camionnage de leurs marchandises.

A moins d'une autorisation spéciale de l'administration, il est interdit à la compagnie, sous les peines portées par l'art. 419 du code pénal, de faire directement ou indirectement, avec des entreprises de transport de voyageurs par terre ou par eau, sous quelque dénomination ou forme que ce puisse être, des arrangements qui ne seraient pas également consentis en faveur de toutes les entreprises desservant les mêmes routes.

De quelques charges particulières imposées aux concessionnaires.

Les militaires ou marins voyageant isolément ne sont assujettis, eux et leurs bagages, qu'à la *moitié de la taxe* du tarif ci-dessus fixé. Les militaires ou marins voyageant en corps ne sont assujettis, eux et leurs bagages, qu'au *quart de la taxe* du tarif. Si le gouvernement avait besoin de diriger des troupes et un matériel militaire ou naval sur l'un des points desservis par la ligne du chemin de fer, la compagnie serait tenue de mettre immédiatement à sa disposition, et à *moitié de la taxe* du tarif, tous les moyens de transport établis pour l'exploitation du chemin de fer.

Les ingénieurs, commissaires de police et agents spéciaux attachés à la surveillance du chemin de fer, ainsi que les dépêches accompagnées des agents nécessaires au service, seront transportés *gratuitement* dans les voitures de la compagnie. La même faculté est accordée aux agents des contributions indirectes et à ceux de l'administration des douanes, chargés de la surveillance du chemin de fer, dans l'intérêt de la perception de l'impôt. Les voitures affectées ou appropriées au transport des dépêches et des agents de l'administration seront toujours placées à l'ar-

rière du train des voitures de la compagnie. La compagnie ne pourra être tenue d'établir des convois spéciaux, ou de changer les heures de départ, la marche et le stationnement de ces convois, qu'autant que l'administration l'aura prévenue par écrit quinze jours à l'avance. En dehors des heures ordinaires de départ, l'administration pourra requérir, pour le transport exceptionnel des dépêches, et sauf l'observation des règlements de police, des convois spéciaux, soit de jour, soit de nuit, moyennant payement d'une indemnité, qui sera réglée de gré à gré ou à dire d'experts.

La compagnie sera tenue, à toute réquisition, de faire partir, par convois ordinaires, les wagons et voitures cellulaires employés au transport des prévenus, accusés ou condamnés, à charge par le gouvernement de faire construire ces voitures de telle manière, qu'elles puissent être transportées sur le chemin de fer. Le transport des voitures et wagons sera gratuit. Les employés de l'administration, gardiens, gendarmes et prisonniers qui y seront placés ne seront assujettis qu'à la moitié du tarif ci-dessus fixé pour les voitures de troisième classe.

Les rails, coussinets, traverses, et en général la voie de fer et ses dépendances, que la compagnie aura acquis et posés sur le chemin de fer, en exécution des présentes, seront, par ce fait même, incorporés au domaine public, et ne seront plus la propriété de la compagnie. Les machines, voitures, wagons, et en général tout le matériel d'exploitation acquis et mis sur la voie de fer par la compagnie, deviendront également immeubles par destination, et ne pourront être aliénés par la compagnie qu'à la charge de remplacement.

Résiliation du bail (1).

A toute époque après l'expiration des quinze premières années, à dater du terme fixé pour la pose de la voie de fer, le gouvernement aura la faculté de résilier le présent bail. Pour régler le prix de cette résiliation, on relèvera les produits nets annuels obtenus par la compagnie, déduction faite des sommes attribuées à l'Etat à titre de prix de ferme, pendant les sept années qui auront précédé celle où la résiliation s'opérera;

(1) D'après le cahier des charges pour le chemin de fer du Nord, le gouvernement aura la faculté de racheter la concession entière du chemin de fer, à toute époque, après l'expiration des quinze premières années, à dater du délai fixé pour l'achèvement des travaux. Pour régler le prix du rachat, on opère de la même manière que dans le cahier des charges ci-dessus : on établit, d'après le produit de la circulation antérieure, une moyenne qui est payée à la compagnie pendant chacune des années restant à courir sur la durée de la concession.

A l'expiration de la durée du bail, le gouvernement est mis aussitôt en jouissance des chemins de fer, de toutes leurs dépendances et de leurs produits. Les autres conditions relatives à la résiliation du bail, et celles pour la surveillance de l'Etat, énoncées ci-dessus, subsistent.

Une condition nouvelle est celle qui porte que nul ne sera admis à concourir à l'adjudication s'il n'a préalablement déposé une somme de trente millions de francs en numéraire ou effets publics avec transfert, au profit de la caisse des consignations, de celles de ces valeurs qui seraient nominatives.

on en déduira les produits nets des deux plus faibles années, et l'on établira le produit net moyen de cinq autres années. Ce produit net moyen formera le montant d'une annuité qui sera due et payée à la compagnie pendant chacune des années restant à courir sur la durée du bail. Dans aucun cas, le montant de l'annuité ne sera inférieur au produit net de la dernière des sept années prises pour terme de comparaison.

A l'expiration du bail, la compagnie devra remettre au gouvernement, en bon état d'entretien, le chemin de fer et ses dépendances de toute nature, y compris la voie de fer et tout le matériel d'exploitation.

Moyennant cette remise, le ministre des travaux publics, au nom de l'Etat, s'engage à rembourser à la compagnie, à dire d'experts, la valeur du matériel d'exploitation, et aussi des combustibles et approvisionnements de tout genre destinés au service du chemin de fer, ou à la lui faire rembourser par la compagnie qui lui succédera, dans le délai de trois mois, à partir de l'exploitation du présent bail.

Pendant les cinq premières années de l'exploitation, la compagnie est dispensée de toute redevance envers l'Etat, pour la location du sol du chemin de fer et des travaux exécutés sur les fonds du trésor public; mais à l'expiration de ces cinq années, si le produit de l'exploitation excède huit pour cent du capital dépensé par la compagnie, la moitié du surplus sera attribuée à l'Etat à titre de prix de ferme. Néanmoins cette attribution ne s'exercera qu'au moment où les produits cumulés des années antérieures auront suffi à couvrir la compagnie de l'intérêt à six pour cent du capital par elle employé, et de l'amortissement calculé sur le pied de un pour cent de ce capital entier. Une ordonnance royale, rendue dans la forme des règlements d'administration publique, réglera les formes et le mode d'exécution du présent article.

Stipulations particulières.

Pendant la durée du bail, la compagnie sera tenue de payer la contribution foncière sur les terrains occupés par le chemin de fer et par ses dépendances; la cote de cette contribution sera calculée comme pour les canaux, conformément à la loi du 25 avril 1803. Quant aux bâtiments et magasins dépendant de l'exploitation du chemin de fer, ils seront assimilés, pour l'impôt, aux propriétés bâties dans la localité, et la compagnie devra également payer toutes les contributions auxquelles ils pourront être soumis. L'impôt dû au trésor sur le prix des places ne sera établi que sur la portion du tarif correspondant au prix de transport.

Des règlements d'administration publique, rendus après que la compagnie aura été entendue, détermineront les mesures et les dispositions nécessaires pour assurer la police, la sûreté, l'usage et la conservation du chemin de fer et des ouvrages qui en dépendent.

Dans le cas où le gouvernement ordonnerait ou autoriserait la construction de routes royales, départementales ou vicinales, de canaux ou de chemins de fer qui traverseraient le chemin de fer dont l'exploitation fait

l'objet du présent bail, la compagnie ne pourra mettre aucun obstacle à ces traversées, mais toutes les dispositions seront prises pour qu'il n'en résulte aucun obstacle au service du chemin de fer, ni aucuns frais pour la compagnie.

Toute exécution ou toute autorisation ultérieure de route, de canal, de chemin de fer, de travaux de navigation, dans la contrée où est situé le chemin de fer projeté, ou dans toute autre contrée voisine ou éloignée, ne pourra donner ouverture à aucune demande en indemnité de la part de la compagnie.

Dans le cas de l'interruption partielle ou totale de l'exploitation du chemin de fer, l'administration prendra immédiatement, aux frais et aux risques de la compagnie, les mesures nécessaires pour assurer provisoirement le service. Si, dans le mois de l'organisation du service provisoire, la compagnie n'a valablement justifié des moyens de reprendre et de continuer l'exploitation, et si elle ne l'a pas effectivement reprise, le présent bail pourra être résilié par décision du ministre des travaux publics, et la compagnie déchue des droits que ce bail lui assurait. Lorsque la décision qui aura prononcé la résiliation sera devenue définitive, il sera procédé immédiatement, par voie administrative, à l'adjudication publique de l'exploitation du chemin de fer sur les clauses du présent bail, et sur la mise à prix de la jouissance de la voie de fer et de la valeur du matériel d'exploitation. L'adjudication n'aura lieu que sur le dépôt d'un cautionnement. Celui des soumissionnaires qui aura fait l'offre la plus favorable sera déclaré adjudicataire, et le prix de l'adjudication, déduction faite des sommes qui resteraient dues à l'Etat sur ses avances, appartiendra au fermier déchu ou à ses ayants droit. Les soumissions pourront d'ailleurs être inférieures à la mise à prix. S'il ne se présente aucun soumissionnaire, le chemin restera à la disposition de l'Etat, libre et franc de toutes charges provenant du fait du fermier déchu, qui n'aura rien dès lors à réclamer pour les machines, voitures et wagons, et autres dépendances du matériel de l'exploitation. Les stipulations du présent article ne sont pas applicables au cas où l'interruption dans le service proviendrait de force majeure régulièrement constatée.

Si, après la mise en exploitation de certaines parties du chemin de fer, l'administration avait besoin, pour l'achèvement des travaux à la charge de l'Etat, de faire circuler sur lesdites parties les voitures et wagons employés à ces travaux, la compagnie ne pourra refuser de les admettre gratuitement; mais toutes dispositions seront prises pour qu'il n'en résulte aucun obstacle au service du chemin de fer, ni aucuns frais pour la compagnie.

Surveillance par l'Etat.

Pour l'exécution de toutes les clauses du présent bail, la compagnie sera soumise au contrôle et à la surveillance de l'administration. Les frais de cette surveillance seront supportés par la compagnie.

Il sera institué près de la compagnie un ou deux commissaires spécialement chargés de surveiller les opérations de la compagnie, pour tout

ce qui ne rentre pas dans les attributions des ingénieurs de l'Etat. Le traitement des commissaires restera à la charge de la compagnie. Les frais de surveillance, mis à la charge de la compagnie par le présent article et par l'article précédent, ne pourront excéder, pour chaque année, la somme de quarante mille francs. Dans le cas où la compagnie ne verserait pas ladite somme aux époques qui seront fixées, le préfet rendra un rôle exécutoire, et le montant en sera recouvré comme en matière de contributions publiques.

La livraison des travaux à la charge de l'Etat devra être faite à la compagnie dans le délai de six années, à partir de l'approbation de la convention à intervenir. Si, dans les délais ci-dessus stipulés, la livraison n'avait pas été effectuée, il sera tenu compte à la compagnie, jusqu'à complète livraison, de l'intérêt à quatre pour cent de la portion de son capital réalisée et engagée pour les parties de chemin non livrées, mais déduction faite des bénéfices qui proviendraient des parties déjà mises en exploitation, et qui excéderaient l'intérêt à cinq pour cent des sommes dépensées sur ces parties.

Les agents et gardes que la compagnie établira, soit pour opérer la perception des droits, soit pour la surveillance et la police du chemin de fer et des ouvrages qui en dépendent, pourront être assermentés, et seront, dans ce cas, assimilés aux gardes champêtres.

Les contestations qui s'élèveraient entre la compagnie et l'administration, au sujet de l'exécution ou de l'interprétation du présent bail, seront jugées administrativement par le conseil de préfecture, soit du département où le domicile aura été élu, soit, dans le cas prévu par le § 3 de l'article précédent, du département de la Gironde, sauf recours au conseil d'Etat.

On a vu que, d'après un article spécial, les machines locomotives employées sur les chemins de fer doivent consumer leur fumée. — L'utilité de cette mesure est évidente. La fumée produite par la combustion dans les locomotives actuelles contient des gaz délétères et des huiles grasses; elle exhale une odeur fétide et exerce une action nuisible sur les végétaux.

Les machines locomotives sont fréquemment visitées par un ingénieur des mines, afin de prévenir les désastres qui pourraient résulter du défaut de surveillance des compagnies concessionnaires. Des règlements d'administration publique ont aussi déterminé le nombre de voyages que peut faire une machine sans être visitée. Un arrêté du ministre des travaux publics du 25 août 1837 dispose, par exemple, art. 7 : « *Que nulle machine ou voiture ne pourra parcourir plus de cinq fois le trajet entre Paris et Saint-Germain, sans être visitée, et ce, indépendamment de toute autre mesure de surveillance*

prescrite par les ordonnances royales qui régissent les machines à vapeur. »

§ 4.

ADMINISTRATION ET SURVEILLANCE DU CHEMIN.

Deux commissaires spéciaux de police, nommés par le ministre de l'intérieur sur la présentation du ministre des travaux publics, sont attachés à chaque chemin de fer; leurs bureaux sont placés dans les bâtiments des deux embarcadères. Ils ont sous leurs ordres deux agents spéciaux de surveillance assermentés. Ces quatre employés sont payés par la compagnie. — Les commissaires spéciaux de police représentent officiellement l'administration publique auprès de l'administration de la compagnie. Leur mission est de veiller à l'exécution de la loi sur la police des chemins de fer, dont nous parlerons bientôt, ainsi qu'à l'exécution des arrêtés réglementaires; ils interviennent dans toutes les difficultés qui peuvent s'élever soit entre les voyageurs, soit entre les voyageurs et les agents de la compagnie; ils reçoivent les réclamations, dressent les procès-verbaux des contraventions; ils correspondent, en dernier cas, directement avec le préfet de police ou avec le préfet du département. Les commissaires de police sont aussi chargés de prendre toutes les mesures de précaution qu'ils jugent nécessaires. Lorsque des détériorations, des éboulements, des déplacements de rails surviennent, ils sont tenus d'en dresser procès-verbal et d'adresser ce procès-verbal à l'ingénieur préposé à la surveillance du chemin. L'ingénieur statue alors sur les mesures à prendre pour la réparation de la voie.

Les commissaires spéciaux de police et leurs agents forment la police officielle du chemin de fer. Mais à côté de cette police, nommée et instituée par l'Etat, la compagnie a son administration particulière, dont les membres sont choisis et nommés par elle. Voici quel est le personnel de cette administration :

Un directeur,
Des employés comptables,
Des conducteurs ou gardes-trains,
Des mécaniciens et chauffeurs,
Des cantonniers et des gardes-barrières.



1° Le *directeur* est la personnification de la compagnie; il la représente auprès des voyageurs, auprès de l'administration supérieure et devant les tribunaux ; il dirige tout le personnel de l'établissement; les autres agents ou employés sont placés immédiatement sous ses ordres. Il se trouve perpétuellement en rapport avec les représentants de l'administration publique, avec les ingénieurs chargés de la visite des machines et de l'inspection du chemin de fer. Il correspond avec le préfet des départements que traverse le chemin; il est tenu de les informer de tous les accidents qui peuvent survenir; à Paris, il en informe aussi M. le préfet de police. C'est lui que l'on actionne en justice en raison des accidents dont la compagnie est civilement responsable.

2° Les *conducteurs ou gardes des trains*. Ces employés sont spécialement chargés d'ordonner et de surveiller le départ, la marche et l'arrivée des convois. Les conducteurs visitent les voitures avant le départ des convois et s'assurent qu'elles sont en bon état. Les convois ne peuvent se mettre en marche qu'après trois avertissements, donnés, les deux premiers à la cloche, et le troisième à la trompette.— Il y a des *conducteurs en chef* et des *conducteurs de seconde classe*. Chaque convoi est dirigé par un conducteur en chef revêtu d'un uniforme et muni d'une trompette servant à donner le signal du départ. Le nombre des conducteurs de seconde classe varie selon la quantité des voitures et wagons qui composent un convoi. Chaque conducteur de seconde classe ne peut avoir plus de six voitures à surveiller. A l'approche des chemins publics traversés de niveau par la voie ferrée, et en général de tous les endroits où il peut y avoir du monde, le conducteur en chef, placé sur une des premières voitures, est tenu de donner un signal ; un conducteur de seconde classe, placé à l'arrière, doit aussi donner un semblable signal pour avertir le convoi suivant, en cas de ralentissement. Pendant la nuit et dans le même but, les conducteurs doivent allumer à l'arrière des fanaux en verre de couleurs. En un mot, ils sont spécialement préposés à la sûreté des voyageurs et doivent en conséquence veiller à ce qu'aucune imprudence fâcheuse ne soit commise.

3° Chaque convoi doit être accompagné d'un *mécanicien* et d'un *chauffeur*, chargés spécialement du maniement, de la surveillance et de la direction de la locomotive. Avant le départ, le mécanicien doit s'assurer si toutes les parties de la

locomotive et du tender sont en bon état. Pendant toute la durée du trajet, il ne peut quitter la locomotive, sur laquelle il se tient debout; il surveille la tension de la vapeur, le niveau d'eau de la chaudière, et arrête la machine aussitôt qu'il aperçoit les signaux qui le lui enjoignent. A l'approche des stations des chemins de traversée, etc., il ralentit la marche de la locomotive et fait jouer le sifflet à vapeur pour avertir de l'approche du convoi. Le mécanicien et le chauffeur ont seuls le droit de monter sur la locomotive et son allége.

4° Des *cantonniers* et des *gardes-barrières* sont répandus tout le long de la voie pour exercer une surveillance particulière et pour donner des signaux. Ils doivent veiller à ce qu'aucune personne étrangère au service du chemin ne s'introduise sur la voie. Ils exécutent des signaux pendant le jour à l'aide d'un petit drapeau, et pendant la nuit à l'aide d'une lanterne. Chaque convoi est averti par un signal qu'il peut passer, ou qu'il doit s'arrêter lorsque la voie se trouve subitement obstruée. Les gardes-barrières sont placés spécialement aux endroits où le chemin de fer est traversé de niveau par d'autres routes.

5° Des *employés comptables*, chargés de percevoir les droits de péage et de transport réglés par le tarif, sont placés par les compagnies à chaque embarcadère.

Conformément aux termes de la loi sur la police des chemins de fer, les agents des compagnies peuvent être assermentés ; ils sont, en ce cas, assimilés aux gardes champêtres.

§ 5.

DE LA LOI SUR LA POLICE DES CHEMINS DE FER.

Trois intérêts principaux réclamaient depuis longtemps la création d'une loi ayant pour objet spécial la police et la surveillance des chemins de fer. C'étaient

La conservation des voies nouvelles;

La répression des entreprises que les concessionnaires de ces voies pourraient commettre sur les propriétés riveraines;

La protection de la vie des voyageurs contre l'incurie de certaines administrations ou la malveillance de quelques hommes égarés.

Tels sont les trois intérêts auxquels les trois titres de la loi dont nous nous occupons ont essayé de subvenir.

La conservation des chemins de fer réclamait une protection toute particulière par suite de la catégorie spéciale où se trouvent placées ces voies et qui ne permet pas de leur appliquer sans distinction les lois et règlements de la grande voirie des routes de terre, On l'a vu dans les précédents chapitres, l'établissement du *libre parcours* sur les chemins, quoique décrété en principe, est inapplicable dans la pratique. De là la nécessité, satisfaite par la loi, de clore ces voies et de les séparer des propriétés riveraines, des deux côtés et sur toute l'étendue de la voie, par des haies ou poteaux, et de faire considérer tout empiétement sur la ligne comme équivalant au bris de clôture. La traversée des chemins de fer n'est permise que par certains points dont l'accès est gardé.

En Belgique et en Allemagne, où il n'existe pas de clôtures, on a remédié à cet état de choses par des servitudes très-étendues, et dont le but général a été de produire un isolement légal au lieu d'un isolement matériel.

La loi a reconnu la nécessité d'assimiler les chemins de fer aux grandes routes et de leur appliquer les lois et règlements de la grande voirie, tout en déterminant quelques règles spéciales qui leur seront appliquées, et que l'on trouvera dans le titre 1er du texte de la loi, dont nous rapportons ci-dessous les dispositions essentielles.

Les concessionnaires ou fermiers de l'exploitation des chemins de fer ne sont que trop souvent excités par leur intérêt à contrevenir aux clauses et conditions énoncées dans le cahier des charges. Le titre II de la loi a eu pour objet de satisfaire sur ce point à toutes les garanties que l'intérêt public était en droit d'exiger.

D'un autre côté, la vie des voyageurs ne pouvait rester exposée à l'incurie de certaines administrations et aux dangers qui plus d'une fois déjà ont été la suite des tentatives criminelles d'individus qu'animait un sentiment sauvage de vengeance ou de destruction. Le titre III de la loi a pour but de prévenir autant que possible le retour des déplorables accidents déterminés par l'une et l'autre de ces deux causes.

Nous donnons le texte des dispositions les plus importantes de cette loi.

LOI SUR LA POLICE DES CHEMINS DE FER.

TITRE Ier.

Mesures relatives à la conservation des chemins de fer.

Les chemins de fer construits ou concédés par l'Etat font partie de la grande voirie.

Sont applicables aux chemins de fer les lois et règlements sur la grande voirie, qui ont pour objet d'assurer la conservation de tous les ouvrages d'art dépendant des routes, et d'interdire sur toute leur étendue le pacage des bestiaux, les dépôts de terres, etc.

Sont applicables aux propriétés riveraines des chemins de fer les servitudes imposées par les lois et règlements de la grande voirie, et qui concernent : l'alignement, — l'écoulement des eaux, — l'occupation temporaire des terrains en cas de réparation, — le mode d'exploitation des mines, minières, carrières, etc., dans la zone déterminée à cet effet.

Tout chemin de fer sera clos des deux côtés et sur toute l'étendue de la voie. L'administration déterminera pour chaque ligne le mode de cette clôture, et, pour ceux des chemins qui n'y ont pas été assujettis, l'époque à laquelle elle devra être effectuée.

A l'avenir, aucune construction autre qu'un mur de clôture ne pourra être établie dans une distance de deux mètres de la *limite* d'un chemin de fer. Toutefois, les constructions existantes au moment de la promulgation de la présente loi, ou lors de l'établissement d'un nouveau chemin de fer, pourront être entretenues dans l'état où elles se trouveront à cette époque. Est considéré comme limite d'un chemin de fer, soit l'arête supérieure du déblai, soit l'arête inférieure du talus du remblai, soit le bord extérieur des fossés du chemin ; et, à défaut, une ligne tracée à un mètre cinquante centimètres, à partir des rails extérieurs de la voie.

Dans les localités où le chemin de fer se trouvera en remblai de plus de trois mètres au-dessus du terrain naturel, il est interdit aux riverains de pratiquer, sans autorisation préalable, des excavations dans une zone de largeur égale à la hauteur verticale du remblai, mesurée à partir du pied du talus. Cette autorisation ne pourra être accordée sans que les concessionnaires ou fermiers de l'exploitation du chemin de fer n'aient été entendus ou dûment appelés.

Il est défendu d'établir, à une distance de moins de vingt mètres de la limite d'un chemin de fer desservi par des machines à feu, des couvertures en chaume, des meules de paille, de foin, et aucun autre dépôt de matières inflammables. Cette prohibition ne s'étend pas aux dépôts de récoltes faits seulement pour le temps nécessaire à la moisson.

Dans une distance de moins de cinq mètres de la limite d'un chemin de fer, aucun dépôt de pierres ou d'autres objets non inflammables ne peut être établi sans l'autorisation préalable du préfet. Cette autorisation sera toujours révocable. L'autorisation n'est pas nécessaire : 1° pour former, dans les localités où le chemin de fer est en remblai, des dépôts de matières non inflammables dont la hauteur n'excède pas celle du remblai du chemin ; 2° pour former des dépôts temporaires d'engrais et autres objets nécessaires à la culture des terres.

Lorsque la sûreté publique, la conservation du chemin et la disposition des lieux le permettront, les distances déterminées par les articles précédents pourront être diminuées en vertu d'ordonnances royales rendues après enquêtes.

Si, hors des cas d'urgence prévus par la loi du 24 août 1790, la sûreté publique ou la conservation du chemin de fer l'exige, l'administration pourra faire supprimer, moyennant une juste *indemnité*, les constructions, plantations, excavations, couvertures en chaume, amas de matériaux combustibles ou autres, existant dans les zones ci-dessus spécifiées au moment de la promulgation de la présente loi, et, pour l'avenir, lors de l'établissement du chemin de fer.

Les contraventions aux règles posées par le présent titre seront constatées, poursuivies et réprimées comme en matière de grande voirie.

TITRE II.

Des mesures relatives à l'exécution des cahiers des charges.

Lorsque le concessionnaire ou le fermier de l'exploitation d'un chemin de fer contreviendra aux clauses du cahier des charges ou aux décisions rendues en exécution de ces clauses, en ce qui concerne le service de la navigation, la viabilité des routes royales, départementales ou vicinales, ou le libre écoulement des eaux, procès-verbal sera dressé de la contravention, soit par les ingénieurs des ponts et chaussées ou des mines, soit par les conducteurs, gardes-mines et piqueurs.

Les procès-verbaux, dans les quinze jours de leur date, seront notifiés administrativement au domicile élu par le concessionnaire ou fermier, à la diligence du préfet, et transmis dans le même délai au conseil de préfecture du lieu de la contravention.

Les contraventions aux prescriptions de l'article 12 seront punies d'une amende de 300 fr. à 3,000 fr.

L'administration pourra d'ailleurs prendre immédiatement toutes mesures provisoires pour faire cesser le dommage, ainsi qu'il est procédé en matière de grande voirie. Les frais qu'entraînera l'exécution des mesures seront recouvrés contre le concessionnaire ou fermier par voie de contrainte, comme en matière de contributions publiques.

TITRE III.

Des mesures relatives à la sûreté de la circulation sur les chemins de fer.

Quiconque aura volontairement détruit ou dérangé la voie de fer, ou placé sur la voie un objet faisant obstacle à la circulation, ou employé un moyen quelconque pour entraver la marche des convois ou les faire sortir des rails, sera puni de la réclusion. S'il y a eu homicide ou blessures, le coupable sera, dans le premier cas, puni de mort, et, dans le second, de la peine des travaux forcés à temps.

Si le crime prévu par l'article 16 a été commis en réunion séditieuse, avec rébellion ou pillage, il sera imputable aux chefs, auteurs, instigateurs et provocateurs de ces réunions, qui seront punis comme coupables du crime et condamnés aux mêmes peines que ceux qui l'auront personnellement commis, lors même que la réunion séditieuse n'aurait pas eu pour but direct et principal la destruction de la voie de fer. Toutefois, dans ce dernier cas, lorsque la peine de mort sera applicable aux auteurs du crime, elle sera remplacée, à l'égard des chefs, auteurs, instigateurs et provocateurs de ces réunions, par la peine des travaux forcés à perpétuité.

Quiconque aura menacé, par écrit anonyme ou signé, de commettre un des crimes prévus en l'article 16, sera puni d'un emprisonnement de trois mois à cinq ans, dans le cas où la menace aurait été faite avec ordre de déposer une somme d'argent dans un lieu indiqué, ou de remplir toute autre condition. Si la menace n'a été accompagnée d'aucun ordre ou condition, la peine sera d'un emprisonnement de trois mois à deux ans, et d'une amende de cent à cinq cents francs. Si la menace avec ordre ou condition a été verbale, le coupable sera puni d'un emprisonnement de quinze jours à six mois, et d'une amende de vingt-cinq à trois cents francs. Dans tous les cas, le coupable pourra être mis, par le jugement, sous la surveillance de la haute police, pour un temps qui ne pourra être moindre de deux ans ni excéder cinq ans.

Quiconque, par maladresse, imprudence, inattention, négligence, inobservation des lois et règlements, aura involontairement causé sur un chemin de fer un accident qui aura occasionné des blessures, sera puni de huit jours à six mois d'emprisonnement, et d'une amende de cinquante à mille francs. Si l'accident a occasionné des blessures, la peine sera de huit jours à six mois d'emprisonnement, et d'une amende de cinquante à mille francs. S'il a occasionné la mort d'une ou plusieurs personnes, l'emprisonnement sera de six mois à cinq ans, et l'amende de trois cents à trois mille francs.

Sera puni d'un emprisonnement de six mois à deux ans tout mécanicien ou

conducteur garde-frein qui aura abandonné son poste pendant la marche du convoi.

Toute contravention aux ordonnances royales portant règlement d'administration publique sur la police, la sûreté *et l'exploitation* du chemin de fer, et aux arrêtés pris par les préfets, *sous l'approbation du ministre des travaux publics*, pour l'exécution desdites ordonnances, sera punie d'une amende de seize à trois mille francs. En cas de récidive dans l'année, l'amende sera portée au double, et le tribunal pourra, selon les circonstances, prononcer en outre un emprisonnement de trois jours à un mois.

Les concessionnaires ou fermiers d'un chemin de fer seront responsables soit envers l'Etat, soit envers les particuliers, du dommage causé par les administrateurs, directeurs ou employés à un titre quelconque au service de l'exploitation du chemin de fer. L'Etat sera soumis à la même responsabilité envers les particuliers, si le chemin de fer est exploité à ses frais et pour son compte.

Les crimes, délits ou contraventions prévus dans les titres Ier et III de la présente loi, seront constatés par des procès-verbaux dressés concurremment par les officiers de police judiciaire, les ingénieurs des ponts et chaussées et des mines, les conducteurs, gardes-mines, agents de surveillance et gardes nommés ou agréés par l'administration et dûment assermentés. Les procès-verbaux des délits et contraventions feront foi jusqu'à preuve contraire. Au moyen du serment prêté devant le tribunal de première instance de leur domicile, lesdits agents de surveillance de l'administration et des concessionnaires ou fermiers pourront verbaliser sur toute la ligne du chemin de fer auquel ils seront attachés.

Toute attaque et toute résistance avec violence et voies de fait envers des agents de chemins de fer dans l'exercice de leurs fonctions sera punie des peines appliquées à la rébellion, suivant les distinctions faites par le code pénal.

Telle est la loi sur la police des chemins de fer votée par la chambre des pairs dans la dernière session et adoptée, après d'assez nombreuses modifications par la chambre des députés dans la séance du 5 février 1845. L'ordonnance royale n'est point encore promulguée.

LOI NOUVELLE POUR L'EXÉCUTION DES CHEMINS DE FER ET LA RÉPRESSION DE L'AGIOTAGE.

Plus loin (IVe partie, ch. VI) nous donnons le texte de la loi du 11 juin 1842, dont nous avons signalé les nombreux inconvénients. Renonçant au système bâtard créé par cette loi, les chambres cherchent à nous ramener purement et simplement au système des compagnies non subventionnées, dont l'impuissance est constatée par les faits. Ainsi donc ce n'était point assez des sept années qui ont été perdues pour le pays : de nouvelles tergiversations, de nouvelles fautes doivent s'ajouter à celles qui déjà ont été commises, et retarder ainsi, pour plusieurs années peut-être, la solution définitive de la question des chemins de fer. La nouvelle loi dont nous avons à nous occuper règle les conditions de la concession du chemin de fer du Nord, et doit être appliquée également à quelques lignes en état avancé d'exécution ; elle n'est encore qu'à l'état de projet ; mais,

comme ses dispositions essentielles ont reçu l'assentiment de la majorité des chambres, on peut regarder comme certaine son adoption.

Le projet de loi a aussi pour objet la répression de l'agiotage sur les actions des chemins de fer. Ce scandale, dont la conscience publique s'est vivement émue depuis l'existence des grandes compagnies de chemins de fer, prend de jour en jour des proportions plus effrayantes; ce ne sont plus de petites sociétés, au capital de quelques centaines de mille francs ou de quelques millions, ce sont des entreprises colossales qui comptent en général par dizaines et par centaines de millions. Il y a en ce moment en négociation, à la bourse de Paris, un capital fictif de *deux milliards* de papiers de chemins de fer, émis par des compagnies sans caractère légal. C'est sur ce capital énorme, soi-disant afférent aux chemins de fer, que les capitalistes s'exercent à l'envi et préparent au pays d'irréparables désastres.

Les périls de cette situation ayant déterminé, de la part de M. le comte Daru, la présentation à la chambre des pairs d'une proposition tendant à punir et réprimer ces coupables manœuvres, les dispositions essentielles de cette proposition ont été insérées dans le projet de loi dont nous avons à nous occuper (1).

(1) Faisons connaître auparavant quelques-unes des raisons par lesquelles M. Daru a parfaitement démontré l'urgence de sa proposition et la nécessité de mettre un frein à la spéculation dirigée par les grands capitalistes contre les petits.

« Messieurs, a-t-il dit, nous assistons depuis quelques mois à un affligeant spectacle. Des spéculations que la loi réprouve, et réprouve avec raison, car elles sont tout à la fois contraires à la morale publique, à la considération de l'industrie et au développement des chemins de fer, s'accomplissent publiquement, au grand jour, en face et sous les yeux du gouvernement, qui ne peut ni les atteindre ni les réprimer.

» La loi du 11 juin 1842, aussi bien que toutes les lois de concession rendues depuis quinze années, interdit formellement le commerce des promesses d'actions avant l'époque où les sociétés fondées pour l'exécution des chemins de fer reçoivent, dans les formes voulues, une existence légale. Néanmoins le trafic de cette espèce de papier sans valeur, ou, si l'on veut, dont la valeur est tout à fait aléatoire, se continue, s'étend, et le taux de plus en plus élevé des achats et des ventes est enregistré chaque jour dans les colonnes de presque toutes les feuilles périodiques;

Voici en son entier le texte du projet de loi.

Le ministre des travaux publics est autorisé à procéder, par la voie de la publicité et de la concurrence, conformément aux clauses et conditions du cahier des charges, coté A, annexé à la présente loi, à la concession du chemin de fer de Paris à la frontière de Belgique, et des embranchements dirigés de Lille sur Calais et sur Dunkerque.

Le ministre des travaux publics est autorisé à procéder par la voie de la publicité et de la concurrence, conformément aux clauses et conditions du cahier des charges, coté B, annexé à la présente loi, à la concession du chemin de fer de Creil à Saint-Quentin.

Le ministre des travaux publics déterminera, dans un billet cacheté, le maximum de durée de jouissance, au-dessus duquel l'adjudication ne pourra être tranchée. Ce maximum de durée ne pourra, dans aucun cas, excéder quarante-cinq ans pour le chemin de fer de Paris à la frontière de Belgique et les embranchements sur Calais et Dunkerque, et soixante-quinze pour le chemin de fer de Creil à Saint-Quentin.

un tel abus doit être supprimé : il faut arriver à ce qu'on ne puisse opérer qu'après concession.

» On voit des malheureux dont l'ardeur du gain est telle, qu'ils vont au-devant de toutes les spéculations immorales et périlleuses. Or, les chemins de fer ne donnent que trop d'occasions de se livrer à ce coupable agiotage; car les compagnies se multiplient, et *des chemins non encore votés comptent jusqu'à quatre et cinq compagnies qui spéculent sur l'éventualité de la concession.*

» Voilà ce qu'on présente aux imprudents qui veulent acheter. Ils se lient, signent les obligations sur le simple engagement émané d'une société sans caractère légal. On annonce pompeusement un chiffre considérable, qui semble consolider la position de la société, et plus tard on s'aperçoit que les capitaux engagés n'étaient que fictifs, des baisses considérables ont lieu et causent des désastres et des ruines dans les familles » (*séance du* 16 *février* 1845).

L'unanimité avec laquelle cette proposition a été prise en considération par la chambre n'est pas sans importance comme protestation morale contre cette ignoble fièvre d'industrialisme qui s'est emparée d'une portion notable de notre société, et qui semble devoir renouveler parmi nous les scènes hideuses de la rue Quincampoix et les désastres qui en ont été la suite. Il ne s'agit plus ici, qu'on le sache bien, de quelques spéculateurs battant monnaie dans l'ombre avec la crédulité publique; ce ne sont plus seulement les familiers de la bourse poursuivant le cours de leurs tromperies financières : la cupidité anglaise s'est introduite parmi nous; elle a envahi les âmes, séduit les intelligences, à ce point que l'agiotage court les rues, et que prendre des actions sans les payer, les vendre, toucher des primes, faire fortune avec la hausse, est devenu la folie universelle et le rêve de tous les hommes éveillés.

Quand donc les lumières des chambres nous débarrasseront-elles d'un régime dont un tel état de choses n'est que l'inévitable conséquence?

Nul ne sera admis à concourir à l'adjudication des chemins de fer définis par les articles 1 et 2 de la présente loi, si préalablement il n'a été agréé par notre ministre des travaux publics, s'il n'a déposé à la caisse des dépôts et consignations la somme indiquée au cahier des charges (et cette somme est de 30 millions pour le premier, et de 6 pour le second), et s'il n'a de plus justifié de l'accomplissement de l'obligation énoncée à l'article suivant.

Les personnes qui ouvriront des souscriptions pour se préparer au concours seront tenues de verser tous les deux jours, à la caisse des dépôts et consignations, les sommes qu'elles auront reçues à titre d'à-compte sur le montant des souscriptions. En cas de concession, les sommes versées et les intérêts qu'elles auront produits resteront la propriété de la compagnie adjudicataire, et il en sera disposé conformément aux stipulations du cahier des charges. En cas de non-concession, les sommes versées et les intérêts qu'elles auront produits seront restitués intégralement aux actionnaires, déduction faite des frais avancés, dont il devra être régulièrement justifié.

Les adjudications qui seront passées en vertu des articles 1 et 2 ne seront valables et définitives qu'après avoir été homologuées par une ordonnance royale.

La compagnie adjudicataire ne pourra émettre d'actions ou promesses d'actions négociables avant de s'être constituée en société anonyme dûment autorisée, conformément à l'article 37 du code de commerce. Toute négociation antérieure à l'ordonnance royale approbative des statuts de la compagnie sera punie d'une amende qui s'élèvera au triple de la valeur du capital des actions négociées. Toute négociation de récépissé de souscription avant l'adjudication sera réputée frauduleuse et sera punie d'un emprisonnement d'un mois à un an, et de l'amende prononcée par le paragraphe précédent.

Les premiers souscripteurs seront responsables jusqu'à concurrence des cinq dixièmes des versements du montant des actions qu'ils auront souscrites. Les récépissés de souscriptions devront, sous peine d'une amende de cinq cents à mille francs, contenir mention de cette responsabilité. Ils devront également, sous la même peine, énoncer qu'il est interdit de négocier les récépissés de souscriptions et mentionner la pénalité établie par l'article précédent.

Les fondateurs de la compagnie n'auront droit qu'au remboursement de leurs avances, dont le compte, appuyé de pièces justificatives, aura été accepté par l'assemblée générale des actionnaires. L'indemnité qui pourra être attribuée aux administrateurs à raison de leurs fonctions sera réglée par l'assemblée générale des actionnaires.

Nul ne pourra voter par procuration dans le conseil d'administration de la compagnie.

Toute publication quelconque du cours des actions, avant la constitution de la société anonyme, sera punie d'une amende de cinq cents à trois mille francs.

A moins d'une autorisation spéciale de l'administration supérieure, il est interdit à la compagnie, sous les peines portées par l'article 419 du code pénal, de faire directement ou indirectement, avec des entreprises de transports de voyageurs ou de marchandises par terre ou par eau, sous quelque dénomination ou forme que ce puisse être, des arrangements qui ne seraient pas également consentis en faveur de toutes les autres entreprises desservant les mêmes routes. Des ordonnances royales portant règlement d'administration publique prescriront toutes les mesures nécessaires pour assurer la plus complète égalité entre les diverses entreprises de transports dans leurs rapports avec le service du chemin de fer et de ses embranchements.

Pour subvenir aux avances que l'Etat aura à faire pour l'achèvement du chemin de fer de Paris à la frontière de Belgique et le règlement définitif des comptes, il est ouvert au ministère des travaux publics, sur l'exercice 1845, un crédit de 12 millions, et, sur l'exercice 1846, un crédit de 5 millions.

Il sera pourvu aux dépenses autorisées par l'article précédent, conformément à l'article 18 de la loi du 11 juin 1842 (V. ire part., ch. v, *le texte de cette loi*).

Les dispositions concernant la répression de l'agiotage ont soulevé de toutes parts des réclamations assez fondées, en ce

sens qu'elles tendent essentiellement à supprimer la concurrence, qu'il n'eût fallu que réglementer. Interdire d'ouvrir et de recevoir des souscriptions pour l'exécution partielle ou intégrale d'un chemin de fer avant la promulgation de la loi ordonnant la mise en adjudication ou la concession directe des travaux, n'est-ce pas en effet livrer le champ libre aux grandes puissances financières et les débarrasser de la concurrence des petits capitaux, qui n'auront plus le temps de se grouper et de se réunir?

Cette disposition et plusieurs autres encore, ont paru ne devoir être adoptées qu'après avoir subi d'importantes modifications.

En résumé, et quelque désirable qu'il soit de posséder, relativement aux chemins de fer, une législation complète et invariable, trop de causes concourent à empêcher la réalisation d'un tel état de choses. Indépendamment de la variation des différents modes d'exploitation introduits en France, les progrès de la science des chemins de fer, si imparfaite encore, créent chaque jour de nouveaux besoins, et c'est en cherchant à y satisfaire que la jurisprudence et la législation, qui y sont intiment liées, se développent à leur tour.

Nous terminerons ce qui nous reste à dire sur la législation actuelle des chemins de fer français dans la partie IV, en nous occupant des grandes lignes de chemins de fer de ce pays et de la loi du 11 juin 1842, en vertu de laquelle on procède à leur établissement.

CHAPITRE VII.

DE L'INFLUENCE DES CHEMINS DE FER SUR LES AUTRES VOIES DE COMMUNICATION.

Les chemins de fer et les routes. — Les chemins de fer et les postes. — Les chemins de fer et les canaux.

Nous aurons à examiner ici l'influence exercée par les chemins de fer sur les autres systèmes de communication, principalement sur les routes ordinaires et les canaux.

On conçoit qu'en pareille matière l'expérience seule pouvait prononcer; c'est aussi sur l'expérience la mieux constatée que nous nous appuierons pour démontrer que les chemins de fer, loin d'avoir diminué la circulation sur certaines voies de commu-

nication, ont souvent contribué à l'augmenter, et que, par suite de la multiplicité des moyens de transport disponibles, le mouvement des hommes et des choses s'est développé sur certains points avec plus d'économie et de régularité que par le passé.

§ 1.

LES CHEMINS DE FER ET LES ROUTES.

On sait que c'est à l'année 1676 que remonte l'organisation des premiers services des messageries. Dès leur début, ces entreprises furent accueillies par de sinistres prophéties, qui démontrent à l'évidence que l'on ne saurait trop se tenir en garde des exagérations dont certains esprits aveugles ou enthousiastes ne peuvent se défendre à la vue de toute innovation.

« Le pays entier, était-il dit dans un écrit contemporain publié à ce sujet, le pays entier sera ruiné lorsque les routes seront couvertes de longues files de carrosses, les auberges seront toutes fermées, car on voyagera si vite, que l'on n'aura plus besoin de prendre ses repas en route. La race des chevaux de selle sera détruite, car personne n'aura de chevaux à soi, lorsque, pour un prix modique, on pourra se faire voiturer d'une ville à l'autre... Les manufactures elles-mêmes en souffriront : les habits, moins exposés à être gâtés par les intempéries de l'air, s'useront moins vite, au grand détriment des tailleurs, couturières, bottiers, chaussetiers, etc. (1). »

Des doléances d'un autre genre, et non moins curieuses à examiner, se sont manifestées à l'origine de l'établissement des chemins de fer. C'est en Angleterre surtout que les voies nouvelles rencontrèrent, dans leur établissement, l'opposition la plus vive. « Les chemins de fer, disaient les grands propriétaires fonciers, auront pour résultat de grever nos plus chers intérêts, et leur multiplication deviendra pour les chevaux, et par suite pour l'agriculture, une grande cause de dépréciation. » Ces assertions du reste étaient regardées généralement comme incontestables : la chambre des communes leur avait donné une sorte d'autorité, en déclarant que plus d'un million de chevaux seraient rendus aux travaux de l'agriculture par suite de l'introduction des chemins à vapeur dans le royaume.

(1) M. Hilpert, *Le Messagiste.*

Des faits de même nature se reproduisirent dans tous les autres pays, et chacun peut se rappeler en France ces cris d'alarme jetés par un grand nombre d'industries qui se considéraient comme sérieusement menacées par le seul fait de l'établissement des chemins de fer. — C'est que ce nouveau mode de transport portait en lui de quoi frapper vivement l'imagination des peuples. De longues files de voitures se mouvant seules et sans le secours des chevaux semblaient devoir bouleverser de fond en comble les nombreuses industries qui se rattachaient d'une manière plus ou moins directe à l'industrie des transports. Mais grande a été la surprise de chacun, lorsqu'il a été reconnu que *l'établissement des chemins de fer augmentait la circulation des voitures et des chevaux* au lieu de la supprimer, ainsi que l'avaient cru les enthousiastes et les adversaires des voies nouvelles.

Nous ferons remarquer en passant que ces faits ne sont pas les seuls où l'expérience soit venue démentir ces sortes de prédictions : quand la navigation par bateaux à vapeur fut introduite sur le Rhin, les entrepreneurs de voitures, appuyés par les autorités provinciales, adressèrent au gouvernement les plus vives réclamations contre une concurrence qui allait, disaient-ils, occasionner leur ruine. Les bateaux à vapeur ayant commencé leur service en dépit de ces réclamations, les bords du Rhin, jusque-là déserts faute de bonnes communications, sont devenus depuis ces derniers temps le rendez-vous de toute l'Europe voyageuse. En 1844, les bateaux à vapeur, au nombre de 83, ont transporté près d'un million de voyageurs, et la circulation sur les routes adjacentes est devenue beaucoup plus active qu'elle ne l'avait jamais été. L'établissement de la navigation à vapeur entre Anvers et Rotterdam, qui avait soulevé les mêmes réclamations, a été suivi des mêmes effets.

Cherchons à déterminer, par des chiffres officiels, l'importance de l'accroissement de circulation sur les routes ordinaires depuis l'établissement des voies nouvelles de communication.

En Angleterre, la circulation des chevaux et des voitures est soumise à un droit de barrières proportionné aux dépenses nécessaires pour l'entretien des routes. A la fin de chaque année, le relevé de ces dépenses et celui des recettes effectuées sont dressés avec la plus grande exactitude par des commissaires spéciaux délégués à cet effet, et envoyés au parlement sous

forme de rapport. En prenant pour bases les chiffres inscrits dans ces documents officiels, on peut nécessairement se faire une idée de l'état de la circulation publique sur toutes les routes du royaume. Eh bien ! cette circulation, loin d'avoir diminué, comme on pourrait le croire, par suite de l'active concurrence des mille lieues de chemins de fer que possède en ce moment l'Angleterre, cette circulation s'est *considérablement augmentée*.

Ainsi, dans le courant des années comprises entre 1829 et 1834, pendant lesquelles l'influence des chemins de fer sur l'ensemble de la circulation était encore imperceptible, le produit de la taxe des barrières tendait à diminuer d'année en année. De 1834 à 1840, époque où les principales lignes de chemins de fer se trouvaient entièrement terminées, la taxe des mêmes barrières a produit sur celle des années précédentes une augmentation de plus de 3,000,000 de francs (1).

Toutefois ce mouvement progressif ne se répartit pas d'une manière uniforme sur toutes les routes. Celles qui se trouvent parallèles au chemin de fer ont subi une diminution d'un huitième; mais cette perte s'est trouvée plus que compensée par le surcroît de circulation qui s'est opéré sur toutes les routes qui ne se trouvaient pas en concurrence directe avec le railway, sur celles surtout qui, en le coupant transversalement, lui servaient en quelque sorte d'affluents. Cet accroissement de circulation est déterminé sur un très-grand rayon par l'affluence des voyageurs et des marchandises venant joindre le chemin de fer, ou le quittant pour retourner dans l'intérieur. Ce surcroît de circulation a suffi non-seulement pour couvrir l'énorme déficit résultant de la concurrence directe, mais encore pour amener ce boni de plus de 3,000,000 dont nous parlions tout à l'heure.

Des faits de même nature se remarquent en Belgique, où la circulation sur les routes est également soumise à la taxe des barrières. Le produit de cette taxe, de 1836 à 1840, a éprouvé une diminution de 1 et demi pour cent sur les routes parallè-

(1) Le produit de la taxe des barrières en Angleterre s'est élevé en 1829 à 36,381,275 francs. En 1834, ce chiffre se trouvait réduit à 35,190,225 francs. Il s'est élevé en 1840 à la somme de 38,323,900 francs. C'est 3,123,675 francs de plus qu'en 1834.

les aux railways, et une augmentation de 12 et même 15 pour cent sur les routes transversales. Le gouvernement, par suite de cette augmentation, a dû supprimer divers arrêtés qui limitaient le nombre des départs des voitures publiques à la même heure et pour une même ville (1). De tout ce qui précède on peut donc conclure que l'établissement des chemins de fer augmente la circulation des chevaux et des voitures, au lieu de la diminuer, et que l'industrie des voituriers, celle des aubergistes, etc., se trouvent nécessairement dans les mêmes circonstances : ces industries ne subiront qu'un simple déplacement et iront se fixer sur une autre route.

La même conclusion peut être appliquée à l'industrie des messageries ou voitures publiques. La législation anglaise soumet ces voitures au payement d'un droit qui varie en raison du nombre de places disponibles et d'après l'étendue de chemin parcouru. Des documents, puisés à des sources officielles, constatent que les chemins de fer, loin de sacrifier les autres services d'exploitation, leur donnent au contraire une circulation beaucoup plus considérable qu'auparavant. Le nombre des diligences soumises au droit de passage a diminué légèrement, il est vrai ; mais cette diminution, réellement insensible, s'est trouvée plus que compensée par le nombre toujours croissant des omnibus et autres voitures employées au service des chemins de fer (2), et qui ne payent aucun droit. Le même fait

(1) Après l'ouverture de la section de Liége, par exemple, la circulation de cette ville à Namur, qui était de 40,000 personnes par année, soit 102 par jour en moyenne, fut quadruplée. Les voitures ordinaires ne pouvant plus suffire à cet accroissement de circulation, le gouvernement fut obligé d'accorder de nouvelles concessions de messageries, au grand étonnement de tous les mauvais prophètes qui avaient prétendu que le chemin de fer allait ruiner toutes les entreprises de voitures.

(2) On jugera de l'influence que les chemins de fer ont exercée sur la circulation des routes ordinaires en Angleterre, par le passage suivant, extrait d'un rapport présenté à la chambre des communes par la commission des routes du royaume. « L'entretien des routes métropolitaines, y est-il dit, est devenu plus difficile et plus dispendieux que jamais, par suite *d'un grand accroissement dans le nombre des voitures publiques destinées au service des stations de chemins de fer*, par suite aussi de l'érection d'un grand

s'est produit, quoique sur une moindre échelle, au sujet du chemin de Paris à Saint-Germain. Si les diligences qui faisaient le trajet entre ces deux villes ont dû cesser leur service, en revanche, de nombreuses voitures partent d'heure en heure des points d'arrivée et des points intermédiaires desservis par le railway.

Ainsi donc, loin de nuire aux routes ordinaires, les chemins de fer leur procurent au contraire un mouvement de circulation plus considérable que par le passé. Ce fait a un immense intérêt. L'introduction d'une machine aussi puissante que révolutionnaire, dans la vraie acception du mot, s'accomplit sans diminuer en rien ni le nombre des bras ni celui des divers instruments que les procédés anciens occupaient; les fruits de la plus admirable invention des temps modernes se généralisent et se répandent sans amener aucun de ces grands bouleversements qui jettent le trouble dans de grandes industries, et portent une atteinte si funeste à l'organisation économique des sociétés.

§ 2.

LES CHEMINS DE FER ET LES POSTES.

Il est cependant une industrie, assez importante, qui paraît devoir véritablement souffrir de l'établissement des chemins de fer. Cette industrie est celle des *maîtres de poste*. Le mal est réel, palpable; cependant l'expérience a prouvé que les craintes manifestées à ce sujet étaient empreintes d'une grande exagération. C'est ainsi que les maîtres de poste en France ont déclaré au gouvernement que si la législature ne les secourait pas, le plus grand nombre des relais devaient périr par suite de l'établissement des chemins de fer. Il y a en France mille quatre cents relais, lesquels contiennent vingt mille chevaux, occupent cinq mille postillons, et donnent 16,000,000 de revenu à ceux qui en possèdent le monopole. L'expérience des

nombre de bâtiments nouveaux le long de ces routes... L'augmentation des chevaux, y est-il dit plus loin, a été considérable; elle s'est élevée, pour les chevaux de trait seulement, à 6,834 pendant l'année 1840. Le nombre de charrettes chargées d'avoine, de paille, et de foin a aussi et par suite considérablement augmenté » (*Report from commissionners of the metropolitan roads*, 1841).

pays voisins autorise à croire que la perte ne portera que sur environ cinq cents relais, c'est-à-dire sur ceux qui sont établis parallèlement à nos futurs railways, tandis que les propriétaires des neuf cents autres relais verront leurs revenus s'augmenter de plus de moitié, et leur position devenir aussi lucrative que peut l'être celle d'un actionnaire de chemin de fer. C'est du moins ce qu'autorisent à croire les faits qui se sont produits en Angleterre et en Belgique.

En Angleterre, où le droit de louer des chevaux de poste ne résulte ni d'un privilége exclusif ni d'un tarif uniforme, les premières atteintes portées à la prospérité des relais anglais remontent à 1827, et proviennent des perfectionnements nombreux introduits dans le service des messageries. Depuis lors le nombre des chevaux de poste n'a cessé de décroître sensiblement d'année en année. En 1837 le produit de la taxe s'élevait à 5,936,300 fr.; en 1841 il était encore de 5,305,625 fr., de sorte que près de 500 lieues de chemins de fer, mis en exploitation dans le cours de ces trois années, n'ont réduit que d'un dixième à peine la totalité du revenu.

D'après ces faits, on est bien forcé de reconnaître que l'établissement des chemins de fer ne frappera que les maîtres de poste établis sur des lignes parallèles au railway:

1° Par la diminution du nombre de voyageurs en poste;

2° Par la suppression des messageries servant cette ligne;

3° Par la suppression des malles qui font le service de la poste aux lettres;

4° Par la diminution du nombre des courriers et des estafettes.

Quelle sera la nature de la subvention que la chambre des députés s'est réservé le droit d'accorder aux propriétaires des 500 relais délaissés? Quelle en sera la quotité, la répartition, la source? Ce sont là des questions dont nous abandonnons la solution à de plus experts en la matière, tout en faisant observer que ce n'est là qu'une des mille difficultés que les monopoles engendrent, quand on les abandonne à l'intérêt privé.

Qu'il nous soit permis d'ajouter cependant que, des faits qui se sont produits en Angleterre et en Belgique, relativement à l'accroissement de la circulation sur les routes transversales, semble résulter cette conséquence, que c'est par le moyen d'améliorations à introduire dans la constitution même de l'insti-

tution des postes, par une distribution intelligente des relais nouveaux nécessités par les besoins des chemins de fer plutôt que par des indemnités accordées, que doivent être conciliés les intérêts des maîtres de poste et ceux du pays (1).

§ 3.

LES CHEMINS DE FER ET LES CANAUX.

C'est une des questions les plus importantes que le perfectionnement des voies de communication ait soulevées que celle de la prééminence des chemins de fer et des canaux. On s'est demandé si l'une de ces deux voies de transport excluait l'autre, ou si toutes deux étaient destinées à se prêter un mutuel appui ; on a recherché si les lignes de navigation fluviale pouvaient soutenir avec quelque avantage la concurrence des voies ferrées, ou si leur circulation devait finir par être absorbée par celle de la locomotion à la vapeur.

La question semble devoir être résolue aujourd'hui par une

(1) Les plaintes des maîtres de poste à ce sujet sont assez longuement exposées dans une brochure in-8° intitulée *Des postes, menacées par les chemins de fer*, due à la plume de M. Jouhaud, décembre 1840. L'auteur cherche à établir que le bienfait des communications par la vapeur est « une dangereuse menace qui commence par anéantir ce qui est, sur la foi incertaine de ce qui sera, » et prétend, p. 11, que les relais seront frappés de mort par les chemins de fer. Ces appréhensions ont quelque chose de vrai sans doute, en ce que les routes parallèles aux chemins de fer perdront une grande partie de leur valeur ; mais il est permis d'espérer que cette perte sera compensée par le surcroît de circulation dont seront favorisées les routes placées plus favorablement.

C'est donc exagérer le mal que de voir dans quelques souffrances individuelles la ruine absolue d'une utile institution. Cette ruine d'ailleurs fût-elle absolue et complète, nous ne voyons pas en quoi le sort des maîtres de poste serait plus à plaindre que celui des nombreux travailleurs dont chaque progrès de l'industrie rétrécit la part de travail, et auxquels la chambre des députés n'a jamais songé à accorder ni indemnités ni compensations. Dans un temps où le principe de l'égalité civile devant la loi est proclamé si haut, devrait-on appliquer ainsi deux poids et deux mesures aux différentes industries étouffées dans le tourbillon du progrès.

sorte de *mezzo-termine*. On commence à reconnaître en effet que ces deux puissants instruments de locomotion possèdent chacun un domaine spécial et bien limité, qu'ils ont l'un et l'autre une utilité distincte, qu'ils peuvent même, dans certains cas, subsister concurremment sans se nuire.

Les voyageurs et les marchandises du commerce appartiennent de préférence a la circulation des chemins de fer, et les matières encombrantes a celle des canaux.

Rien de plus rationnel que cette division du travail entre les chemins de fer et les canaux, si l'on considère que les uns présentent au plus haut degré une économie de temps, et les autres une économie d'argent, et que la valeur du temps se trouve toujours proportionnée à celle de l'objet transporté. Néanmoins il serait imprudent de se prévaloir toujours de ce principe dans la pratique. Lorsque la circulation d'une contrée n'est que médiocrement active, on ferait une très-mauvaise opération en la partageant entre un chemin de fer et un canal; ce serait nuire aux deux entreprises, sans procurer aucun avantage réel et durable au public. En général, dans toutes les questions de tracés des chemins de fer, de *juxtaposition* des railways et des canaux, on doit avoir égard surtout aux circonstances locales et éviter tout ce qui pourrait occasionner des rivalités nuisibles.

Le calcul suivant, que nous empruntons à M. Ed. Teisserenc(1), nous fournira quelques données sur l'importance relative des chemins de fer et des canaux, et sur la nature des avantages que présente en général la circulation des railways.

« A circulation égale et pour un même tarif, suivant qu'un chemin de fer est mené au travers d'une contrée desservie par la navigation à la vapeur et la batellerie, par les diligences et le roulage, ou par la route de terre et le canal, il produit pour les hommes qu'il porte des bénéfices de temps représentés par les nombres 1 et 2, et des économies d'argent nulles, *sinon négatives*, dans la première hypothèse; de 37 pour

(1) *Des principes généraux qui doivent présider au choix des tracés des chemins de fer.* — Revue indépendante du 10 septembre 1843.

100 dans la seconde et la troisième ; pour les marchandises, un bénéfice d'argent de 40 à 50 pour 100 dans un cas, nul dans les deux autres.

» En partant de ces bases pour calculer ce qu'on pourrait en quelque sorte nommer le bénéfice *latent* d'une voie de fer, sur laquelle circuleraient annuellement 300,000 voyageurs et 200,000 tonnes de marchandises, et estimant à 25 centimes seulement par heure la valeur moyenne du temps pour les hommes, on aurait pour chaque longueur de 100 kilomètres :

1° *Sur un railway substitué à une route de terre.*

Economie d'argent sur les voyageurs (3 fr. par pers.).	900,000 f.	3,463,000 f.
Economie de temps sur les voyageurs (1,88 par pers.).	563,000	
Economie d'arg. sur les marchandises (10 fr. par tonne)	2,000,000	

2° *Sur un railway substitué à une route de terre et à un canal.*

Economie d'argent sur les voyageurs (3 fr. par pers.).	900,000	1,463,000 f.
Economie de temps sur les voyageurs (1,88 par pers.).	563,000	
Economie d'argent sur les marchandises.............	néant.	

3° *Sur un railway substitué à une voie fluviale desservie par la vapeur.*

Economie d'argent sur les voyageurs..............	néant.	263,000 f.
Economie de temps sur les voyag. (1 fr. 88 c. par pers.).	263,000 f.	
Economie d'argent sur les marchandises............	néant.	

» Ainsi, pendant que dans les trois cas une compagnie recevrait le même revenu, le public appelé à jouir de la nouvelle communication recevrait des bénéfices indirects qui sont entre eux dans le rapport des nombres 10, 56 et 132. Si en même temps le chemin de fer n'obtenait cette circulation qu'en dépouillant de ses transports une voie navigable construite à grands frais, le gain de la communauté diminuerait encore, car il y aurait en pareil cas destruction partielle du capital national. »

A moins que la circulation ne soit très-active, il est donc prudent d'éviter de juxtaposer les chemins de fer et les canaux. En examinant l'état de la question en Angleterre, en France et en Belgique, nous verrons que les effets de cette juxtaposition varient en général avec l'étendue de la circulation. En Angleterre, dans les comtés où l'activité industrielle est arrivée à un très-haut degré de développement, le parallélisme des chemins de fer et des canaux a produit des résultats salutaires, en abaissant les tarifs des lignes concurrentes sans causer un dommage réel aux compagnies exploitantes. En France et en Belgique, où le mouvement commercial est bien moindre, la concurrence des railways et des canaux est généralement regardée comme étant peu profitable pour le pu-

blic, en même temps que ruineuse pour les exploitations rivales.

Des canaux en Angleterre. Avant l'établissement des chemins de fer, les canaux anglais avaient, pour ainsi dire, réussi à accaparer le monopole du transport des marchandises; le roulage ordinaire avait succombé sous leur formidable concurrence. Ce dernier fait s'explique par le bon marché du prix de revient du transport sur les canaux et les grandes améliorations successivement introduites dans leur exploitation. Sur la grande ligne de Londres à Liverpool, par exemple, la remise des marchandises par bateaux accélérés s'effectue à cinq jours de date sur une longueur de 354 kilomètres et à moitié prix de ce que coûte le roulage. De Manchester à Hull, le trajet de 150 kilomètres ne dure pas plus de trois jours. Aussi a-t-on constaté dans les enquêtes ordonnées à l'époque de l'établissement des chemins de fer, que le mouvement de la voie de terre était à peu près nul sur ces lignes.

Toutes sortes de marchandises étaient transportées sur les canaux anglais; les objets de valeur formaient même l'élément principal de leur revenu. Sur le petit canal de *Manchester-Ashton-Oldham et Stockport*, qui forme la clef de la navigation de Manchester sur Londres et sur l'Est, les marchandises manufacturées ont produit en 1839 217,051 francs, tandis que les matières grossières, telles que la houille, etc., ne donnaient que 73,150 fr. Mais les chemins de fer sont venus changer complétement cette situation et porter une rude atteinte au monopole des compagnies de canaux; ils ont enlevé successivement toutes les marchandises de commerce aux lignes de navigation qui leur faisaient concurrence et ne leur ont laissé que les matières encombrantes ou de peu de valeur, et sur lesquelles il était impossible de percevoir des droits élevés.

On verra par le tableau suivant, dressé d'après les documents du *Board of Trade* (1), sur une série de lignes d'un développement total de 2,500 kilomètres, que cet envahissement du domaine des canaux par les entreprises des railways s'est opéré

(1) Le *Board of Trade* est une division de l'administration ministérielle du commerce en Angleterre, chargée spécialement de la connaissance de tout ce qui a rapport aux chemins de fer.

dans une progression très-rapide et pour ainsi dire irrésistible.

ANNÉES.	RECETTES DES CHEMINS DE FER		RECETTE TOTALE.
	SUR LES VOYAGEURS.	SUR LES MARCHANDISES	
1841	53,710,575	16,164,625	69,875,200
1842	68,298,175	27,220,875	95,513,050
1843	77,755,425	35,623,300	113,379,725

Ainsi les marchandises ont donné en 1843 le tiers de la recette totale. Pendant que le revenu sur les voyageurs s'augmentait de 45 pour 100, celui des marchandises croissait de 118 pour 100.

Dans les mêmes directions se trouvent projetées des lignes de canaux d'une longueur totale de 2,200 kilomètres, dont la valeur a subi en revanche une dépression considérable; elle est successivement tombée de 784,152,500 fr. à 562,500,000, fr. somme qui représente la valeur des actions en 1843.

Cette dépression dans le cours des actions des canaux paraît surtout sensible lorsqu'on compare entre elles les cotes de la bourse, qui, pendant les vingt dernières années, et avant qu'il fût question de chemins de fer, éprouvaient un mouvement de hausse presque continu (1).

Ces diminutions ne résultent pas seulement des réductions de tarifs, car à chaque mouvement de baisse dans le cours des actions des canaux on remarque une augmentation de recette

(1) En 1802, les actions du canal de Grand-Junction se négociaient à 150 liv. sterl., elles étaient de 303 en 1833, elles descendirent alors à 245, et elles tombèrent à 122 en 1839. En 1802, les actions du canal de Coventry valaient 600 liv., en 1833 elles étaient montées à 1,080 liv., en 1839 elles ne valaient plus que 600 liv., elles tombèrent à 305 en 1841 et à 293 en 1843. Les actions du canal de Mersey et d'Irwell étaient à 1,250 liv. en 1830, elles descendirent à 750 en 1836, à 565 en 1839, à 540 en 1841, à 360 en 1844.

sur les chemins de fer placés parallèlement. Toutefois il est probable que ce mouvement de dépression des actions des canaux placés en concurrence avec des lignes de fer ne tardera pas à s'arrêter, car on peut considérer aujourd'hui le partage de marchandises qui s'est opéré entre elles comme entièrement réglé. Les canaux ont gardé généralement les matières agricoles, les engrais, les minerais; les chemins de fer ont absorbé les marchandises de valeur.

En résumé, voici ce que les chemins de fer ont gagné et ce que les canaux placés parallèlement ont perdu :

Les railways dont les capitaux d'établiss. étaient de	30,039,700 l. st.
valaient en 1843.	41,639,800
Ils avaient donc gagné.	11,177,100 l. st.
Les canaux placés parallèlement valaient, un peu avant l'ouverture des railways.	31,366,000 l. st.
Après, en mai 1843.	22,474,000
Ils avaient donc perdu.	8,891,500 l. st.

Malgré cette baisse considérable du taux de leurs actions, les canaux donnent encore néanmoins de fort beaux bénéfices. Ainsi :

En 1843 leur produit brut s'est élevé à 41 millions.

L'intérêt industriel, en Angleterre, est de 5 pour cent. Les canaux valant 562,500,000 francs doivent donc fournir un dividende annuel de.	28 millions.
Les frais d'entretien et d'administration des canaux anglais sont évalués en moyenne à 6,000 francs par kilomètre, soit pour 2,200 kilomètres..	13 millions.
Total.	41 millions.

Ces canaux n'ayant coûté originairement qu'une somme de 259,175,000 francs, ils rapportent encore en moyenne un revenu de 11 pour 100. Ainsi donc, en Angleterre, les canaux et les chemins de fer, par suite de la circulation considérable à laquelle donne lieu le grand mouvement industriel et commercial de ce pays, peuvent très-bien subsister concurremment.

APPLICATION A LA FRANCE ET A LA BELGIQUE.

La France se trouve placée dans des conditions toutes différentes. Pays de petite circulation, elle courrait risque de ruiner à la fois ses canaux et ses chemins de fer, si elle les projetait parallèlement dans les mêmes directions. D'un autre côté, les canaux français sont loin de donner les gros bénéfices auxquels sont accoutumées les compagnies anglaises. « Les canaux aliénés les plus fructueux pour leurs concessionnaires, dit un auteur que nous citons volontiers (1), ne payent pas en fait 5 pour 100 de leurs dépenses de première construction. Le canal de Briare, qui a coûté plus de 10 millions, donne 320,000 francs de produit net; le canal du Midi, achevé au prix de 34 millions, rend net 1,500,000 francs par année; le canal de Saint-Quentin, qui jouit d'un énorme mouvement et procure un revenu net de 1 million, n'a pas absorbé moins de 22 millions pour premier établissement et étanchement des biefs. Les canaux remis aux mains de l'Etat sont dans une situation financière plus médiocre encore. Dans leur ensemble ils arrivent tout juste à se défrayer, à couvrir par leurs revenus les frais d'entretien et d'administration qu'ils occasionnent; encore ne sont-ils arrivés là que depuis deux années et par une classification bien contestable des dépenses, aujourd'hui divisées en frais d'entretien ordinaires et frais de grande réparation, dont on fait une classe à part.

» Ainsi même différence entre les deux pays pour les tarifs. En Angleterre, la rivalité des railways a été utile au public, à ce point de vue qu'elle a fait abaisser les tarifs exagérés des compagnies de canaux; mais, en France, et à quelques exceptions près, les tarifs, réglés par le gouvernement, sont très-faibles. On ne pourra donc pas offrir de nouveaux avantages au commerce, on n'accroîtra pas les économies du public consommateur.

» Ainsi la juxtaposition des canaux et des chemins de fer n'aurait pour nous aucun des avantages que l'Angleterre y a trouvés. »

(1) Edm. Teisserenc, *les Canaux et les Chemins de fer. — Revue indépendante* du 10 juillet 1844.

La France a déjà englouti près d'un demi-milliard dans ses entreprises de canalisation, et elle est certainement fort loin d'avoir recueilli des avantages proportionnés à cette énorme dépense. On aurait tort néanmoins de considérer l'état actuel de langueur de nos entreprises de canaux comme un argument contre la canalisation elle-même. Avec les dimensions qui ont été données à leurs cuvettes et à leurs écluses, les canaux français ont sur les canaux anglais une supériorité incontestable; en revanche il leur manque les principaux éléments d'une bonne exploitation; pour les doter d'une circulation active et les rendre véritablement utiles au pays, il faudrait régulariser leur tenue d'eau, réduire la longueur de leurs chômages, en portant le corroi là où les fentes d'eau le rendent nécessaire, en multipliant les réservoirs d'alimentation, soit naturels, soit artificiels; il faudrait enfin, par tous les moyens possibles, accélérer leurs transports, tout en se maintenant dans les bornes d'une rigoureuse économie.

On calcule qu'une dépense de 40 à 50 millions, appliquée à l'amélioration de la viabilité des canaux de 1822, suffirait pour les aménager convenablement et les mettre complétement en valeur. Jusqu'à ce que cette dépense soit effectuée et qu'elle ait donné les résultats qu'on en attend, il y aurait véritablement folie à vouloir imposer à ces canaux la redoutable concurrence des railways; ce serait les ruiner sans retour. Les pays qu'ils traversent ne présentent pas d'ailleurs en général une circulation assez active pour faire prospérer à la fois un canal et un chemin de fer placés parallèlement. Peut-être le progrès croissant de la richesse publique améliorera-t-il cette situation; mais, en attendant, il est prudent de ménager la transition et de ne pas sacrifier en pure perte les énormes dépenses faites pour la canalisation du royaume.

Les partisans du parallélisme des canaux et des chemins de fer, parmi lesquels il faut placer en première ligne M. le comte Daru, nous paraissent avoir envisagé la question d'une manière fort inexacte. Ils prétendent « que les marchandises encombrantes ne circulent pas sur les railways et gênent les chemins de fer plus qu'elles ne leur sont utiles; qu'un chemin de fer ne peut baisser ses tarifs à 8 centimes par tonne et par kilomètre (*maximum* du péage sur le canal de Bourgogne) parce que les seuls frais de traction des locomotives sont de 10 centimes au

moins (1). » Or l'expérience a démontré que ces allégations sont de tout point dénuées de fondement. Lorsque les chemins de fer ne se trouvent pas en concurrence avec les canaux, ils transportent les marchandises les plus grossières et les plus encombrantes. C'est ce qui a lieu en France entre Alais et Beaucaire, entre Saint-Etienne et Lyon; en Belgique d'Anvers à la frontière prussienne; en Angleterre sur le chemin de Newcastle à Carlisle, et en Allemagne sur la plupart des lignes livrées aujourd'hui à la circulation. Les pierres de taille, les pierres à chaux, les charbons, les grains, les sels et les fruits, les minerais, les bois de construction, les plombs et les fontes brutes figurent au premier rang des recettes de ces chemins. Les prix de transport descendent jusqu'à 8 et 6 centimes pour la dernière classe de marchandises, et les frais de traction ne dépassent pas ceux des canaux : il y a donc loin de ce chiffre à celui de 10 centimes fixé par M. le comte Daru.

La Belgique nous offre aussi des exemples du désavantage du parallélisme des chemins de fer et des canaux. Le railway belge se trouve en concurrence avec des canaux entre Bruxelles et Anvers, Malines et Anvers, Anvers, Gand, Bruges et Ostende, Gand et Courtray, soit sur environ la moitié de son développement. Les canaux parallèles sont ceux de Willebroek, de Louvain au Zannegat, de Gand à Ostende, l'Escaut, la Lys. Leur revenu brut a été en 1843 de 588,000 francs, leur dépense d'entretien et d'administration de 330,300 francs; reste 258,000 francs, somme qui ne représente pas même un demi pour 100 du capital d'établissement de ces canaux. Quant au chemin de fer belge, on sait qu'il donne aujourd'hui près de 4 pour 100 de produit net.

Chose assez singulière au reste, en Belgique c'est le chemin de fer plutôt que les canaux, qui a souffert du parallélisme. Entre Gand, Bruges, Ostende et Anvers, villes où le mouvement de circulation des marchandises est considérable, le railway n'a transporté en 1842 que 3,714 tonnes, tandis qu'entre Anvers, Tirlemont et Liége, il a reçu 65,667 tonnes. Les 167 kilomètres des lignes de l'Ouest placés en rivalité avec des

(1) *Rapport de M. le comte Daru sur le tracé des chemins de fer*, 1843.

canaux n'ont donné qu'un mouvement de 22,612 tonnes, tandis que les 98 kilomètres des lignes de l'Est, là où il n'existe pas de voies d'eau, ont produit un mouvement de 95,155 tonnes. — A la vérité, le gouvernement belge, propriétaire à la fois des chemins de fer et des canaux, s'est attaché de préférence à favoriser ceux-ci dans le partage du transport des marchandises; il a accordé aux voies d'eau (loi du 30 juin 1842) les diverses réductions de tarif qu'il avait établies sur le railway pour les marchandises voyageant en transit, les produits agricoles ou manufacturés destinés à l'exportation, les matières premières servant à l'industrie intérieure. Il a même fait plus. Sur la demande de la municipalité de Louvain, il a augmenté le tarif du railway entre Liége et cette ville, afin que le canal de Louvain n'eût pas à souffrir de la concurrence du chemin de fer pour le transport des houilles.

La prééminence des canaux de Belgique sur le railway, en ce qui concerne le transport des grosses marchandises, s'explique surtout par cette circonstance particulière que leur profondeur permet aux grands navires de mer de venir débarquer et prendre leur chargement à Bruxelles, à Louvain, à Gand, à Malines et à Bruges. La plupart sont en effet des canaux maritimes avec des tirants d'eau de 4 à 5 mètres, des largeurs de 30 à 50 mètres, des écluses de 12 à 23 mètres d'ouverture (1). Les canaux de France, dont le tirant d'eau est de 1^m,35 à 1^m,80, avec une section de 10 mètres et des écluses de 7 mètres de large, sont loin de se trouver dans des conditions d'exploitation aussi favorables, et le régime de la concurrence leur serait assurément tout à fait funeste.

Les canaux des Etats-Unis peuvent être placés dans la même catégorie que ceux d'Angleterre sous le rapport de la circulation; la plupart sont longés par des railways sur la plus grande partie de leur étendue. Les canaux allemands doivent être rangés

(1) Ainsi on lit dans une pétition, adressée le 24 mai 1838 au ministre des travaux publics par le conseil municipal de Louvain, le passage suivant : « Le canal de Louvain au Zannegat a été rendu accessible aux navires de mer d'un tirant d'eau de 4 mètres; par le taux modéré des droits de navigation, le bas prix de la main-d'œuvre, la modicité de tous les frais ici, les navires n'ont pas plus de dépenses pour arriver à Louvain que pour décharger dans le port d'Anvers. »

au contraire à peu près sur la même ligne que ceux de France. L'Allemagne d'ailleurs ne possède de canal d'une navigation importante que le canal Louis, qui opère la jonction du Rhin au Danube, et quelques autres lignes peu étendues sur le littoral de la Baltique.

QUATRIÈME PARTIE.

DE L'INFLUENCE DES CHEMINS DE FER ET DE LEUR ÉTAT ACTUEL EN DIFFÉRENTS PAYS.

Le fait le plus considérable dans l'ordre matériel, celui qui doit exercer le plus d'influence sur l'avenir des sociétés et réagir avec le plus d'intensité sur l'ordre moral lui-même, c'est la brusque apparition de la grande vitesse au sein de la civilisation moderne : une invention qui, comme celle des chemins de fer, permet de voyager avec des vitesses cinq et six fois plus grandes et une économie bien plus considérable que par les moyens ordinaires, qui distribue le mouvement et la vie par tout le corps social en appropriant aux besoins de ses diverses parties la rapidité du transport ; une telle invention constitue sans contredit un de ces grands faits qui font époque dans l'histoire du monde et sont destinés à opérer des transformations sur l'étendue desquelles l'on ose à peine élever de timides prévisions.

Les peuples ont accueilli avec empressement, avec enthousiasme, cette admirable invention ; tous l'ont saluée comme l'aurore de l'avénement d'une ère nouvelle, tant ils ont déjà l'instinct de la grandeur de son influence future. Sans doute on ne saurait encore déterminer exactement la nature et les développements de cette influence ; cependant, sans vouloir empiéter sur le domaine de l'avenir, ni se lancer dans le vaste champ des conjectures, on peut apprécier déjà avec quelque certitude une partie des bienfaits que l'invention nouvelle doit répandre sur le monde, et comment elle agira sur le développement de l'ordre social et sur le progrès de ses institutions économiques. — Le coup d'œil que nous avons jeté sur le passé des voies de communication, sur la place qu'elles ont occupée jusqu'ici dans l'économie des sociétés, nous a fourni déjà quelques termes de comparaison sur l'importance et la grandeur du rôle

qui leur est assigné dans l'avenir, par suite du perfectionnement admirable que l'usage de la vapeur y a introduit. Nous aurons d'abord à présenter sous une forme synoptique, facile à saisir, la situation matérielle, financière et commerciale des chemins de fer, tant dans les divers pays qui se sont appliqués d'une manière générale ce mode de communication, que dans ceux qui cherchent aujourd'hui seulement à se l'approprier et à augmenter ainsi les ressources de leur territoire.

Les chemins de fer commencent une nouvelle ère dans les relations des peuples. Nous verrons en peu de mots quelle est ou quelle paraît devoir être leur influence sur l'état politique et social des pays qu'ils desservent et comment ils agissent ou semblent destinés à agir sur l'accroissement de la circulation des voyageurs et des produits, sur les développements de l'industrie manufacturière, commerciale ou agricole de chaque pays. Nous terminerons ce travail par l'exposé succinct des nouveaux systèmes de chemins de fer dont l'attention publique se préoccupe le plus vivement aujourd'hui et qui, pour la plupart, sont à la veille d'être soumis à des applications pratiques qui prononceront en dernier ressort quant à la somme des avantages qu'ils peuvent présenter sur le système qui a jusqu'ici prévalu.

Nous commencerons notre revue de l'état actuel des chemins de fer en différents pays par les Etats-Unis d'Amérique, c'est-à-dire le pays où l'application de ces voies aux transports a produit les plus beaux et les plus étonnants résultats. Venant ensuite à l'Angleterre, nous exposerons succinctement la situation du vaste réseau qui a si puissamment contribué à étendre encore l'activité industrielle et commerciale qui caractérise ce pays. Nous jetterons ensuite un coup d'œil sur les chemins de fer de Belgique, dont la situation prospère est d'un si haut intérêt pour la solution de questions importantes aujourd'hui à l'ordre du jour. Après nous être occupé, sous ce rapport, de l'Allemagne, de la Russie et de quelques autres Etats d'Europe, nous en viendrons à déterminer l'état des chemins de fer en France, le système d'ensemble de leur tracé, et nous verrons que les travaux que nous avons à accomplir exigent l'emploi de toute notre activité, si nous voulons que notre patrie se relève de la condition inférieure où les événements l'ont placée. La France, on le sait, occupe le dernier rang parmi les grandes nations euro-

péennes qui ont travaillé, par l'établissement des chemins de fer, à accroître leur puissance et leur grandeur.

Espérons que nos gouvernants, mieux instruits des véritables intérêts du pays, sauront comprendre le rôle que ces grandes routes des nations sont destinées à remplir, et que, après avoir laissé le pays se débattre péniblement au milieu d'essais malheureux et de discussions sans résultat, ils s'occuperont enfin sérieusement des moyens de regagner un temps précieux stérilement employé par nous, mais dont ont si bien su profiter les puissances qui nous entourent.

CHAPITRE PREMIER.

DES CHEMINS DE FER AUX ÉTATS-UNIS.

Historique de l'établissement des grands moyens de communication. — De l'état des chemins de fer aux Etats-Unis. — Relevé général des travaux publics.

La configuration naturelle du territoire des Etats-Unis d'Amérique se prêtait mieux que partout ailleurs à l'établissement de grands travaux de viabilité. L'heureuse disposition des magnifiques cours d'eau, des larges baies et des grands lacs intérieurs que possèdent ces contrées, concourait à leur faciliter l'exécution d'un vaste ensemble de communications auquel nul autre, en aucun pays, ne pourrait être comparé.

Deux grands bassins, d'une immense étendue, se présentent d'abord : l'un, celui du Mississipi, se dirige du nord au sud vers le golfe du Mexique; l'autre, celui du fleuve Saint-Laurent, court du midi au nord vers la baie à laquelle il donne son nom. Plusieurs autres bassins d'une haute importance, mais que nous qualifierons de secondaires à cause de l'étendue sans égale des premiers, et qui sont, pour ne citer que les principaux, le Connecticut, l'Hudson, qui se dirigent du nord au sud, la Delaware, la Susquehana, le Potomack, la rivière de Saint-James, le Roanoke, la Savannah et l'Atamaha, qui vont du nord-est à l'est; tous ces bassins, par leur heureuse disposition, ont pu être facilement reliés l'un à l'autre par des chemins de fer ou des canaux, de manière à mettre toutes les populations du littoral de l'Atlantique en rapport avec celles des régions du centre et à faire communiquer ces dernières soit avec le Mississipi ou l'Ohio, son affluent, soit avec le Saint-Laurent ou les grands lacs Erié et Ontario, dont le Saint-Laurent porte les eaux à la mer.

Pour imprimer le mouvement et la vie à ces voies magnifiques de communication, la nature a largement départi à ce pays ses trésors les plus précieux : des gîtes nombreux de combustible, des mines de fer, de plomb et d'autres minéraux, de la plus facile extraction, qui, d'un autre côté, n'ont pas peu contribué, depuis ces dernières années, à l'extension de son industrie et de son commerce. Que l'on ajoute à ces deux grands éléments de puissance, la première source de prospérité pour

les Etats : un sol auquel de grands mouvements diluviens et les dépôts de détritus végétaux accumulés pendant des siècles ont donné une fertilité remarquable, et l'on se convaincra que les Etats-Unis sont l'une des parties du globe les mieux disposées par la Providence pour recevoir un empire puissant et populeux.

Avant d'entrer dans l'examen précis des grands travaux de viabilité que possèdent les Etats-Unis, travaux qui auront pour effet immédiat de porter ce pays à son apogée de puissance et de richesse, voyons en peu de mots quelles ont été les diverses phases de leur établissement et les obstacles de toute espèce que rencontrait leur exécution.

§ 1.

HISTORIQUE DE L'ÉTABLISSEMENT DES GRANDS MOYENS DE COMMUNICATION.

C'est seulement après le traité de 1763 que les colonies anglaises de l'Amérique du Nord cherchèrent à utiliser les avantages que présentait leur territoire pour l'établissement d'un grand système de communication. De nombreux projets furent étudiés et entrepris. Mais bientôt la guerre vint y mettre un terme et diriger vers un autre but, celui de la défense du pays et de son indépendance, toutes les ressources nationales.

Aussitôt après la conclusion de la paix (1783), plusieurs compagnies s'étant formées, entreprirent dans l'Etat de New-York et celui de Philadelphie, les deux principaux de l'Union, plusieurs travaux de canalisation. Cependant, commencés sans études suffisantes sur une échelle mesquine et avec des capitaux bornés, la plupart de ces travaux restèrent inachevés; ceux mêmes qui avaient pu être terminés présentaient des imperfections qui en rendaient l'usage difficile et coûteux.

Les hommes d'Etat de l'Union virent bien alors que le gouvernement fédéral pouvait seul aborder avec succès des entreprises étendues de communication. Le 2 mars 1807, le sénat demanda à M. Gallatin, ministre d'Etat, le plan d'un système général de communication, en prenant pour base les grandes divisions que la nature indiquait. C'est ce plan, à part quelques modifications, qui a servi de guide à la commission des travaux publics (*board of internal improvement*) dans l'exécution du vaste système de viabilité que possèdent les Etats-Unis.

La première ligne qu'il s'agit d'entreprendre consistait dans la jonction de l'Hudson au lac Erié. Après de longues études, cette gigantesque conception allait être entreprise : déjà une loi, celle du 19 juin 1812, avait autorisé les emprunts nécessaires à son exécution, lorsque éclata la deuxième guerre de l'indépendance, pendant laquelle les Américains, bloqués du côté de la mer par les escadres anglaises et ne pouvant, faute de routes, communiquer entre eux, se trouvèrent en proie à une crise qui ne leur fit sentir que plus vivement combien importait à l'existence de leur patrie l'établissement d'un grand système de communications intérieures.

Enfin le 4 juillet 1817, jour anniversaire de la déclaration de l'indépendance, fut donné le premier coup de pioche dans le canal Erié, le premier ouvrage important de viabilité entrepris en Amérique. Moins de huit années après, cette œuvre se trouvait accomplie : le jeune Etat de New-York, livré à ses seules ressources, avait terminé le plus long canal qu'il y ait au monde (1). Cependant les autres Etats n'étaient point restés inactifs : de tous côtés l'on avait entrepris des travaux si nombreux de communication, qu'en peu d'années les conditions de l'agriculture, de l'industrie et du commerce, subirent une complète métamorphose, et que de grands centres de population et des relations actives et suivies s'établirent sur une très-grande partie de la surface du pays, sur les lieux mêmes où naguère il n'existait que de vastes forêts inaccessibles à l'homme. Sans vouloir entrer dans le détail de tous ces travaux de canalisation, il nous suffira de dire qu'en 1835, dix années après l'achèvement du grand canal Erié, l'Union possédait plus de 1,100 lieues de canaux (presque autant que toute l'Europe), exécutés avec un soin et une perfection que l'on ne rencontre que rarement dans les travaux du même genre construits par les plus savants ingénieurs de notre vieille Europe.

(1) Le canal Erié, long de 586 kilomètres, a coûté, avec ses embranchements, 65 millions de francs : 65,000 francs par kilomètre. Mais, se trouvant construit sur des proportions insuffisantes pour satisfaire aux exigences d'une circulation toujours croissante, sa reconstruction fut commencée en 1835. En septembre 1844, les travaux touchaient à leur achèvement. Ils avaient exigé une somme de 130 millions, soit 223,600 francs par kilomètre.

D'après M. Washington Smith, le premier chemin de fer possédé par son pays est celui qui fut établi dès 1816 sur les bords du Kiskiminétas, dans l'Etat de Pensylvanie. Un railway remontant à cette époque ne pouvait, on le conçoit, avoir une bien grande importance ; ce ne fut donc que 10 années plus tard que ce mode de communication se généralisa et fut établi de manière à procurer au pays des avantages sérieux. L'Etat de la Nouvelle-Angleterre, dont la configuration topographique était loin d'être favorable à l'établissement des canaux, entreprit le premier une grande ligne de railway, laquelle réunissait au fleuve Hudson, Boston, capitale de l'Etat. Cette ligne, terminée en 1829, a été suivie de l'exécution d'un nombre prodigieux de travaux semblables, établis sur divers systèmes et dirigés dans tous les sens. Le développement total de ces travaux, lesquels ont été terminés dans un intervalle de 25 années, est égal, d'après l'ouvrage de M. Michel Chevalier, à tous ceux que l'Angleterre et la France réunies ont non-seulement achevés, mais ébauchés, depuis que ces nations s'occupent de l'amélioration de leur territoire, c'est-à-dire depuis environ un siècle pour l'Angleterre et plus de deux siècles pour la France.

Présenter le tableau des grandes voies de communication perfectionnées que possèdent les Etats-Unis est un travail qui exigerait des développements que le cadre dont nous disposons ne nous permettrait pas de lui donner. Nous nous bornerons donc à mettre en relief, d'après les documents les plus récents qui nous soient parvenus, la situation des principales lignes de fer de ce pays, sous le rapport du tracé, de la construction, des dépenses de premier établissement, des frais d'exploitation et des tarifs. Après cet examen rapide viendra un tableau résumé, présentant un relevé général de l'étendue des travaux publics au 1er janvier 1843, et un aperçu général de l'influence qu'ils ont exercée sur l'extension de la puissance et de la prospérité de ce jeune Etat.

§ 2.

ÉTAT DES CHEMINS DE FER AUX ÉTATS-UNIS.

D'après les grandes divisions établies par la nature elle-même sur le territoire de cet Etat, les travaux de communication entrepris ont eu pour but :

1° De relier tout le littoral de l'Atlantique, du nord au midi, avec les pays situés à l'ouest des monts Alleghanys, en rattachant au Mississipi ses grands et nombreux tributaires, de manière à mettre les villes du littoral en rapport intime avec les centres de population et d'industrie épars au delà des Alleghanys;

2° D'établir des communications entre la vallée du Mississipi et celle du Saint-Laurent, en faisant communiquer ce dernier fleuve avec les grands lacs intérieurs qui en dépendent, et avec l'Ohio et l'Illinois, affluents du Mississipi;

Et 3° de relier entre elles les deux grandes parties dont se compose l'Union, le Nord et le Midi, et qui, étant de latitude très-différentes, ont nécessairement de nombreux produits à échanger.

Notre objet sera de chercher à montrer la nature et l'étendue des travaux établis pour atteindre ce triple but.

Les premiers chemins de fer américains dont on ait tiré des services réels sont le Quincy-Railway et le Mauch-Tunck en Pensylvanie, qui remontent à l'année 1827. Mais ces lignes n'avaient qu'une très-faible étendue (6 kilomètres et demi et 14 kilomètres et demi); pendant les trois années qui suivirent, une seule ligne, celle de Carondal en Pensylvanie, moins longue encore, fut établie. Ainsi donc les chemins de fer américains ne datent réellement que de 1830, et les immenses travaux dont nous allons exposer l'étendue ont été exécutés en moins de douze années.

La longueur totale des chemins de fer terminés ou en cours d'exécution dans les divers Etats de l'Union, au 31 décembre 1842, était de 14,609 kilomètres, soit *trois mille six cent cinquante-deux lieues*.

Nous avons dit ailleurs comment, indépendamment des avantages offerts par les circonstances locales, les Américains ont pu exécuter en si peu de temps un réseau aussi considérable de chemins de fer, sans négliger pour cela la construction d'un grand nombre de canaux importants. Dans l'opération du tracé général et du tracé définitif, les ingénieurs, s'étant principalement attachés à économiser à la fois le temps et les capitaux, ont établi (toutes les fois qu'il s'est agi d'éviter des travaux de terrassement considérables) des courbes de 304 mètres (1,000 pieds) de rayon et même de 122 mètres (400 pieds) seulement.

Une pente de 7 millimètres et demi par mètre a été considérée par eux comme très-modérée; une cinquantaine de railways offrent de longues pentes de 9 millimètres et demi à 15 millimètres par mètre, et sont cependant exploités avec des locomotives sans la moindre difficulté et avec une vitesse moyenne très-considérable. L'abondance du bois dans les Etats de l'Union et l'emploi de rails plats de 5 à 6 centimètres de largeur sur 12 à 18 millimètres d'épaisseur, établis d'après le système à supports continus (*V.* IIe partie, chap. III), donnent lieu, comparativement au prix des railways européens, à de notables économies. C'est même un fait digne de remarque que quelques-unes des lignes les plus productives des Etats-Unis sont munies de rails plats, et que pourtant leur entretien ne coûte pas plus que celui des lignes formées de rails ordinaires. Il y a aussi des chemins dont les rails sont en bois; cette disposition a été adoptée là où les capitaux étaient insuffisants, et où les chances de produits n'autorisaient pas l'avance de sommes très-considérables; mais, à mesure que le mouvement commercial augmente, on remplace les rails en bois par des rails en fer.

Frais d'établissement. D'après M. Michel Chevalier (1), la construction d'un chemin de fer à une voie coûte par kilomètre :

1° *Dans les localités favorables,* comme il est fréquent et même habituel d'en rencontrer sur le littoral de l'Atlantique, au-dessous de la ligne des cataractes, ou dans le vaste triangle compris entre le Mississipi et l'Ohio, avec une superstructure légère et légèrement assise, destinée pourtant à recevoir des locomotives, mais d'un faible poids (6 à 7 tonnes), avec un *rail* formé d'une *longuerine en bois recouverte d'une bande de fer,* la vitesse étant en moyenne de 24 à 26 kilomètres à l'heure, et là où la population étant peu dense et le mouvement des marchandises peu actif encore, il ne faut qu'un matériel borné, de. . . . . 45,000 à 60,000 fr.

2° *Dans des terrains plus accidentés*, avec une superstructure plus solidement établie et plus permanente, ce qui implique un rail en fer, avec un plus grand nombre de gares d'évitement, quelques tronçons de double voie, et enfin avec un ma-

(1) *Histoire des voies de communication aux Etats-Unis.*

tériel suffisant pour un mouvement plus animé de voyageurs et de marchandises, de. . . . . 90,000 à 130,000 fr.

3° Avec des données semblables, la voie étant double sur la totalité du parcours, la dépense par kilomètre serait de 120,000 à 150,000 fr.

4° Dans d'autres circonstances enfin, au voisinage des villes riches, où l'on tient à avoir une rapidité égale à celle des chemins de fer les plus rapides d'Angleterre, près desquelles la valeur des terrains étant plus élevée et les capitaux assez abondants pour qu'on établisse les ouvrages plus solidement qu'ailleurs, la dépense varie de. . . . . . . 180,000 à 200,000 fr.

Il est à remarquer que la main-d'œuvre aux Etats-Unis est triple au moins de celle que l'on paye en France, mais les matériaux sont de moitié moins élevés, ce qui rétablit quelque peu l'équilibre. La dépense des divers systèmes de superstructure employés aux Etats-Unis varie, par kilomètre de simple voie, de 15,000 à 45,000 fr. La substitution d'un rail en fer à un rail en bois cause une augmentation de 8 à 10,000 fr. Une fois le rail en fer adopté, la force du rail, le degré de solidité et de permanence des bases qu'on lui donne, peuvent faire varier la dépense de 25,000 à 45,000 fr.

Le chiffre des frais de construction des chemins de fer américains offre, comme on voit, de très-grandes variations, selon la situation des lignes et selon leur système de construction. La ligne qui a coûté les sommes les plus considérables est celle de New-York à Harlem, dont les frais se sont élevés à près de 500,000 fr. par kilomètre. Les railways de l'Ohio, du Michigan, de l'Illinois et de la Virginie sont construits très-économiquement. Ceux de l'Est ont coûté davantage.

En faisant une estimation approximative des frais d'établissement des chemins de fer dont le chiffre n'a pu être déterminé d'une manière rigoureuse, les frais totaux de leur établissement s'élèvent à une somme de 587,000,000 fr., formant une moyenne de 60,000 fr. par kilomètre. Mais, comme plusieurs de ces railways sont encore inachevés, il pourra se faire que le chiffre des dépenses définitives surpasse celui des devis d'estimation; il semble donc plus prudent de porter le chiffre de la dépense moyenne de l'ensemble du réseau à 65,000 fr. par kilomètre.

On est généralement porté à attribuer le développement rapide des chemins de fer aux Etats-Unis à la rareté des routes

dans ce pays; c'est une erreur. En 1838, la poste aux lettres circulait sur 219,176 kilomètres, appartenant pour les deux tiers aux voies de terre. Le prix du transport des personnes dans les malles-postes est de 20 c. par kilomètre; par chemin de fer il ne coûte ordinairement que 15 c. Les marchandises de valeur payent 27 c. par tonne et par kilomètre.

Ces prix élevés, rapprochés des dépenses extrêmement modérées de premier établissement, permettent aux compagnies de chemins de fer des Etats-Unis de subsister avec une circulation très-restreinte. Ainsi 35,000 voyageurs et 20,000 tonnes de marchandises offrent des produits rémunérateurs suffisants à une entreprise de ce genre, placée dans des conditions ordinaires.

Voici le compte d'une année d'exploitation par kilomètre :

Recettes.

35,000 voyageurs à 15 centimes..		5,250 fr.
20,000 tonnes à 15 centimes.		5,400
Transport de la malle-poste et autres recettes.		675
Recette totale.		11,325 fr.

Dépenses.

35,000 voyageurs à 7 cent. et demi . . fr.	2,625	
20,000 tonnes à 23 centimes.	4,660	
Transport de la malle-poste, etc.	333	
Dépense totale.	7,618	7,618
Revenu net.		3,707 fr.

qui représente 5 et demi pour 100 du capital de 62,000 fr. (1).

Les frais par voyageur et par tonne de marchandises sont estimés très-haut, trois fois au moins ce qu'ils coûtent en France; mais il faut observer qu'il s'agit ici de chemins exé-

(1) Cette moyenne est devenue un peu faible depuis l'établissement, dans le voisinage des villes les plus opulentes du littoral, de nouvelles lignes, dont la construction a absorbé de 150 à 180,000 fr. par kilomètre, tandis que la construction des anciennes lignes ne s'était élevée que de 50 à 70,000 fr. — La moyenne actuelle des frais d'établissement des chemins de fer en Amérique peut être portée hardiment à plus de 80,000 fr. par kilomètre.

cutés dans des conditions de pentes et de courbes très-défavorables, et qui ne peuvent presque jamais faire marcher leurs convois à pleine charge, à cause du développement très-restreint de la circulation.

Le tableau suivant, extrait de l'ouvrage de M. Michel Chevalier sur les voies de communication aux Etats-Unis, donne l'indication du développement des travaux entrepris et de ceux terminés au 1er janvier 1843.

DÉSIGNATION DES GROUPES.	LONGUEUR TOTALE EN KILOMÈTRES.			PARTIE EXÉCUTÉE AU 1er JANV. 1843 EN KIL.		
	CANAUX.	CH. DE F.	TOTAL.	CANAUX.	C. DE F.	TOTAL.
Lignes allant de l'est à l'ouest au travers des Alleghanys. . .	3,941	5,990	9,931	2,919	3,644	6,563
Jonction du bassin du Mississipi et du S.-Laurent.	5,102	5,298	10,400	2,934	364	3,297
Communications du nord au midi, le long de l'Atlantique.	304	2,426	2,730	304	1,943	2,247
Lignes isolées ou qui rayonnent autour des métropoles. . .	48	119	167	48	11	167
Lignes établies autour des mines de charbon.	789	776	1,565	769	743	1,512
Totaux. . . .	10,770	14,609	24,794	6,974	6,814	13,788

Ainsi donc, après l'achèvement complet des travaux commencés, le développement total des lignes exécutées en canaux et chemins de fer sera de 24,794 kilomètres, ou 6,780 lieues, répartis comme suit :

Canaux.	10,770 kilomètres ou	2,690 lieues.
Chemins de fer.	14,609	3,652

Pour une population de 17 millions d'âmes, c'est par million d'âmes 597 kilomètres de canaux et 856 kilomètres de chemins de fer; c'est-à-dire, sous le rapport de la population, quatre fois autant de canaux que la France et trois fois et demie autant que l'Angleterre. Sous ce même rapport, les Etats-Unis possèdent en chemins de fer dix-sept fois le chiffre actuel de la France et six fois et demie celui de l'Angleterre.

Ces calculs portent sur tous les canaux achevés ou en construction. En ne tenant compte que de ce qui était achevé en 1843, on trouve un développement de 15,788 kilomètres, moitié canaux, moitié chemins de fer. Or la somme des travaux exécutés ou en cours de construction en Angleterre ou en France est de 8,445 kilomètres, et celle des chemins de fer dans le même cas est de 5,755 kilomètres, ce qui forme un total de 14,600 kilomètres.

Ce simple énoncé donne la mesure du zèle actif que le gouvernement et les citoyens de l'Amérique du Nord ont déployé pour l'exécution des travaux publics. Moins de vingt millions d'hommes ont, en quelques années, accompli des travaux gigantesques, qui dépassent en étendue ceux que les deux plus grandes nations de l'Europe ont pu entreprendre dans le cours de plusieurs siècles.

Les circonstances locales et aussi le bas prix des terrains favorisaient, il est vrai, l'établissement de ces immenses travaux; mais ces avantages se trouvent amplement compensés par le prix de la main-d'œuvre, qui est de deux à trois fois plus élevé aux Etats-Unis que dans nos contrées. Si donc un peuple nouveau, pauvre relativement à la plupart des peuples européens, a pu les devancer aussi rapidement dans l'exécution de travaux qui constituent une des branches essentielles de la fortune des Etats; si, depuis plusieurs années déjà, ce peuple possède la liberté et le bien-être, ces deux biens précieux que les plus grandes nations de l'ancien monde attendent encore, il faut bien le reconnaître, un tel état de choses dérive essentiellement des constitutions progressives que ce peuple a su se donner, et en vertu desquelles les avantages du plus grand nombre prévalent toujours sur les intérêts de quelques-uns. Un pays où tout est *par le peuple et pour le peuple* et où les institutions, véritablement émanées du vœu national, n'ont d'autre but que celui de l'avantage de tous les membres de la communauté,

doit évidemment l'emporter dans l'accomplissement des entreprises d'utilité générale sur les vieux gouvernements dans lesquels le soin des affaires publiques est réservé à une aristocratie héréditaire ou mercantile, dont le peu d'activité se consume à la défense d'une situation précaire que, de toutes parts, le flot démocratique tend à déborder.

§ 3.

DE L'INFLUENCE DES CHEMINS DE FER AUX ÉTATS-UNIS.

Nous ajouterons encore qu'en aucun pays les voies nouvelles, tant sous le rapport de la politique que sous celui de la civilisation, n'ont exercé et ne paraissent appelées à exercer encore, une influence aussi étendue et aussi bienfaisante. Composée d'Etats dont les intérêts sont multiples et divers, sinon opposés, l'Union américaine n'aurait pas tardé à se dissoudre si des voies de communication rapides n'avaient rapproché les distances et réuni ses populations éparpillées sur de vastes territoires.

L'unité nationale aux Etats-Unis est donc le résultat de la facilité des communications, non moins que de la balance de la représentation des intérêts populaires. Lorsqu'en effet New-York ne sera plus qu'à six ou huit jours de la Nouvelle-Orléans, non-seulement pour la classe opulente voyageant comme en Europe suivant un mode privilégié, mais pour le petit bourgeois et le plus humble artisan, il n'y aura plus de séparation possible : les grandes distances auront disparu, et ce colosse, dix fois plus vaste que la France, maintiendra son unité sans efforts. Comment, en présence de tels résultats, ne point reporter sa pensée sur notre Europe et ne pas établir de comparaison défavorable aux monarchies qui la couvrent?

Les progrès rapides des Européens dans l'intérieur des terres dérivent de la même cause. Audacieux pionniers, les émigrants, qui frayent avec la hache et la pioche un chemin à la civilisation dans les agrestes solitudes de l'Amérique du Nord, font chaque jour un pas de plus dans les immenses savanes de l'Ouest. Chaque année de vastes territoires sont ajoutés par eux au domaine de l'homme. Mais les traces des travailleurs se seraient bientôt perdues dans ces déserts qu'ils disputent à l'Indien nomade et aux bêtes fauves, s'ils ne marquaient leur passage par des

jalons, s'ils ne prenaient soin de se ménager des communications avec le reste du monde. Deux lignes de rails négligemment fixés à fleur de terre, une locomotive et quelques wagons, tels sont les instruments qui servent à assurer et à féconder les conquêtes opérées par la hache et la bêche de l'émigrant. On peut affirmer qu'avant trente années, et grâce aux chemins de fer, les immenses territoires de l'Amérique du Nord jusqu'à l'Océan Pacifique se trouveront acquis au travail de l'homme, et qu'ils auront reçu les premières assises d'une civilisation puissante.

Que ne doit-on pas attendre pour les progrès de l'avenir d'un peuple plein de jeunesse et de vie, qui a su saisir avec tant de bonheur les fils de la grande transformation que notre époque voit s'opérer dans les lois qui régissent la civilisation nouvelle. Cependant, au milieu de ses prospérités, avec sa force déjà acquise et l'espoir fondé d'un développement presque sans limite, ce même peuple est menacé dans son avenir par un fléau qu'il porte dans son sein et qu'il lui sera plus tard bien difficile d'extirper; ce fléau, c'est l'esclavage des noirs.— Ainsi, par une loi morale qu'il est impossible de méconnaître, la puissance des Etats-Unis tient au développement d'un principe de liberté qui doit profiter au genre humain tout entier; et, d'autre part, la violation de ce même principe est pour eux une cause visible de division, d'affaiblissement, et deviendrait même une cause de ruine sans les éléments extraordinaires de vitalité que ce pays porte dans son sein.

CHAPITRE II.

DES CHEMINS DE FER EN ANGLETERRE.

Historique de l'établissement des chemins de fer anglais. — Etat actuel des chemins de fer anglais. — Statistique. — Conclusion.

Au commencement du dernier siècle, la municipalité de Londres, voulant relier par un pont monumental sur la Tamise, le Parlement, Westminster, la Tour de Londres et les quartiers adjacents, nomma une commission de huit membres chargée de se rendre sur le continent, et particulièrement en France, afin d'examiner les constructions de ce genre les plus estimées et d'en rapporter le modèle le plus parfait.

La France brillait à cette époque des derniers reflets du siècle de Louis XIV. Malgré les conséquences désastreuses des guerres précédentes où, seule, elle avait eu à soutenir le choc de toute l'Europe coalisée, son sol se couvrait d'utiles et de splendides monuments : les Invalides et Versailles n'avaient été que le prélude de la jonction des deux mers, de la réunion des grands fleuves par un système de canaux magnifiques, et de l'établissement de belles et larges routes qui sillonnaient en tout sens la surface du pays. Ces grands travaux se trouvaient terminés plus de soixante années avant que le ruisseau de Sancky, au comté de Lancastre, canalisé sur une petite partie de son cours, eût formé la première ligne de navigation artificielle qu'ait possédée l'Angleterre.

Les commissaires de ce pays, après avoir parcouru la France pendant plusieurs mois, arrêtèrent leur choix sur le pont de Toulouse, qui leur parut réunir toutes les conditions désirables d'élégance et de solidité. Toutefois, le plus difficile restait à faire : le modèle était choisi ; mais il fallaït le reproduire, et malheureusement l'Angleterre, à cette époque, ne possédait pas un seul ingénieur à qui l'on pût confier avec sécurité un travail de cette importance. Ce fut donc à la France que les commissaires anglais durent encore recourir. Ils mandèrent chez eux M. Labelye, architecte savant et expérimenté, à qui revient la gloire d'avoir dirigé la construction du pont de Westminster à Londres, l'un des principaux monuments de cette grande ville.

Aujourd'hui que l'intelligence et le travail sont devenus les distributeurs de la puissance et de la richesse des nations, que la possession du bien-être constitue l'un des principaux buts auxquels aspirent les peuples civilisés, la France est toujours sans nul doute en possession de donner l'exemple aux nations européennes, et elle continue à suivre avec éclat la marche progressive que les siècles précédents lui ont tracée?... Il n'en est point ainsi malheureusement, et telle a été depuis ces derniers temps la coupable inertie des gouvernements qu'elle s'est donnés, que cette même France, qui avait toujours marché à la tête des nations qu'animaient l'industrie et le travail, est aujourd'hui dépassée sous ce rapport par la plupart des autres peuples. De notre temps, c'est en Angleterre, au milieu de cette nation qui nous enviait naguère la science de nos ingénieurs et leurs brillants travaux ; c'est en Belgique, chez un

peuple né d'hier seulement; c'est en Allemagne, dans cette contrée qui est encore à se débattre contre les pénibles étreintes dont l'accablent les débris de la féodalité du moyen âge; c'est en Amérique, dans des républiques naissantes, ses anciennes colonies, que la France va puiser des leçons dont elle ne sait même pas toujours profiter. Vingt-cinq années ont suffi pour nous arracher cette suprématie politique, commerciale et industrielle si péniblement acquise.

Et qu'on le sache bien. Si, relativement aux autres peuples, la France se trouve plongée dans un tel état d'infériorité, ce fait n'est point la suite de l'apathie et de l'inaction de ses enfants. Mais, après avoir défendu pied à pied les immortels principes de sa grande révolution; et accompli la grande œuvre qui lui était assignée par la Providence, en faisant mûrir ou germer ces principes chez les autres peuples, la France a eu le malheur de voir son gouvernement tomber en des mains débiles, incapables de saisir les fils de la transformation qui s'opérait dans les lois du monde matériel, ou trop occupées de considérations égoïstes et personnelles pour consacrer à leur recherche l'attention nécessaire. Ce qui a fait la force et, disons-le, la gloire de l'aristocratie anglaise, c'est qu'elle a eu l'intelligence de cette transformation, c'est qu'elle a su la favoriser, sinon par l'exemple, au moins en honorant et en assurant le travail de ses nationaux. Ainsi, tandis qu'en France les services rendus à l'industrie, ceux mêmes qui peuvent le mieux assurer la richesse et la prospérité du pays, ne reçoivent jamais de plus haute récompense que celle du modeste ruban de la Légion d'honneur, si dédaigné aujourd'hui par le plus petit des ambitieux politiques qui nous gouvernent ou qui aspirent à nous gouverner, l'aristocratie anglaise, elle, fait presque oublier les vices de son existence en honorant l'industrie, non par de vains mots, mais en traitant d'égal à égal tout homme qui, par son intelligence et par son travail, a contribué à enrichir son pays.

L'Angleterre, dont la puissance matérielle et la richesse commerciale ont pris de nos jours un si prodigieux développement, doit à l'avantage de sa situation celui d'être, par excellence, la terre classique de l'industrie, du commerce et des applications mécaniques. Presque toutes ses villes manufacturières sont situées au centre même du pays, là où le sol regorge de fer et de

houille. Le bas prix de ces énormes masses de matériaux offerts par la nature à l'industrie de l'homme, baissant encore par suite de la perfection des moyens de transport que possède ce pays, assure à ses produits manufacturés un avantage croissant sur ceux de l'industrie française, écrasés par une foule d'entraves, et surtout par le haut prix du fer et du charbon, résultat dû en grande partie, tant à la rareté de ces matières, à la lenteur et à la cherté des moyens de transport, qu'au monopole dont jouissent certains marchands privilégiés.

C'est donc à l'étendue et à la perfection de son réseau de voies de communication que l'Angleterre est surtout redevable de sa grande prospérité industrielle. Nous jetterons un regard sur les développements successifs de ses moyens de transport, et, après avoir exposé le tableau de ses plus importants railways, nous verrons en peu de mots quelle a été leur influence sur les développements de la puissance industrielle et commerciale de ce pays.

§ 1.

HISTORIQUE DE L'ÉTABLISSEMENT DES CHEMINS DE FER ANGLAIS.

Nous avons vu qu'au moment de l'invention des chemins de fer l'Angleterre possédait un système parfait de routes et de canaux. Toutefois la création de ce système ne remonte qu'aux dernières années du XVIIIe siècle : avant cette époque, les routes de terre n'étaient que de dangereux bourbiers sur lesquels on ne se mouvait qu'avec une lenteur incroyable (1). Quant aux canaux, ils n'existaient même pas à l'état de projet. Le roulage, singulièrement coûteux (2), ne permettait que le transport des objets manufacturés, ou ayant une grande

(1) En 1763, la voiture de Londres à Edimbourg mettait *dix jours* pour accomplir un trajet qu'avant l'établissement des chemins de fer les messageries faisaient en seize heures. — Le voyage de Londres à York, que les mêmes voitures accomplissaient en douze heures, exigeait quatre jours.

(2) On payait entre Londres et Leeds 325 francs pour le transport d'une tonne de marchandises, c'est 80 centimes par kilomètre. De Liverpool à Manchester le prix était de 50 francs par tonne : 90 centimes par kilomètre. C'est quatre fois le prix actuel du roulage en France.

valeur ; les matières lourdes et encombrantes se consommaient sur les lieux mêmes où elles se produisaient, et les nombreux gîtes houillers, qui font aujourd'hui la richesse de l'Angleterre et qui ont si puissamment contribué à établir sa prééminence industrielle, restaient improductifs et sans valeur par le défaut de communications qui en rendissent l'exploitation économique et facile. Un tel état de choses, s'il se fût continué, eût laissé l'Angleterre au dernier rang des nations.

En 1767, le duc de Bridgewater, secondé par Brindley, commença le canal qui porte son nom, le premier de quelque importance qu'ait possédé l'Angleterre. Propriétaire d'immenses houillères sises aux environs de Manchester, le jeune lord, par cette entreprise, accrut considérablement sa fortune. Les autres lords, témoins de ce succès, s'en étant émus et ayant convoqué pour de semblables entreprises tous les capitaux du pays, bientôt les riches familles de l'industrie manufacturière et commerciale suivirent l'impulsion, et on vit de toutes parts, par tout le pays et dans toutes les directions, se former de nombreuses compagnies de canaux qui, en peu d'années, eurent établi sur le territoire anglais près de *mille lieues de navigation artificielle* et amélioré le cours d'un grand nombre de rivières et de fleuves. De ce moment date l'exécution des grandes lignes de navigation artificielle qui couvrent le sol de la plus grande partie de l'Angleterre proprement dite.

Protégées contre toute concurrence par la situation déplorable des routes de terre ou par les droits de barrière que le gouvernement venait d'établir sur les routes récemment améliorées par lui, les compagnies de canaux, attirant à elles la plus grande partie des transports, réalisèrent ainsi d'immenses bénéfices. Bientôt, usant et abusant du monopole dont elles jouissaient, elles se coalisèrent, et établirent sur toutes leurs lignes des tarifs élevés, dont le commerce eut singulièrement à souffrir. — Alors le parlement, voulant remédier à des abus qu'il n'avait pas su prévoir, consacra le principe du libre parcours, en favorisant l'établissement de compagnies rivales, et en insérant dans chaque concession nouvelle un tarif maximum destiné à limiter les droits que ces compagnies seraient en droit de prélever. Ce corps législatif espérait protéger par ce moyen les intérêts de tous et remettre à la concurrence le soin de retenir dans de justes limites le tarif des transports ;

mais les faits vinrent déjouer cette prévision. Les compagnies nouvelles, parvenant par toutes sortes de moyens à éluder les dispositions législatives qui les concernaient, se réunirent aux anciennes et prélevèrent, au lieu de 7 francs 50 centimes, droit fixé par le tarif maximum, des droits beaucoup plus élevés et qui même, en certaines circonstances, atteignirent 16 et 18 francs, c'est-à-dire plus du double des tarifs légaux (1).

Chose singulière, le commerce anglais supportait sans murmures les charges considérables qui pesaient sur lui. Le mal était commun à tous, ou plutôt il était encore un grand bien lorsqu'on le comparait à la situation où se trouvait le pays avant que les canaux n'eussent été entrepris. Nul ne songea donc à se plaindre des compagnies qu'au moment où celles-ci, engourdies par la merveilleuse facilité avec laquelle se percevaient leurs revenus, apportèrent une telle négligence dans l'entretien des canaux, qu'il fut établi par des pétitions adressées en 1825 au parlement, que des marchandises, venues d'Amérique à Liverpool en vingt et un jours, avaient été forcées d'employer six semaines à faire le trajet de Manchester, c'est-à-dire à franchir une distance de moins de *quatorze lieues*. C'est de ce moment que, la situation devenant intolérable, le commerce résolut de s'y soustraire en établissant des chemins de fer.

L'établissement du chemin de Liverpool à Manchester fut le premier résolu. Vainement les compagnies, réveillées de leur apathie par l'imminence du danger, se réunirent-elles pour abaisser leur tarif, comme elles s'étaient réunies jadis pour l'augmenter : il était trop tard, le coup était porté. Tous leurs efforts ne servirent qu'à retarder pendant deux années l'acceptation par le parlement de la demande en concession que lui avaient adressée les futurs entrepreneurs du railway.

C'est sur la fin de 1828 que le parlement autorisa l'exécution du chemin de Liverpool à Manchester, le même sur lequel eurent lieu deux années plus tard les expériences desquelles date l'existence réelle des premiers chemins de fer. Puis s'établirent successivement, de 1832 à 1838, les grandes lignes qui ont si puissamment contribué à activer encore les facultés industrielles de la Grande-Bretagne. Déjà en 1836 on comptait

(1) *Adam's Opening Speech*, appendice.

702 kilomètres de chemins de fer entièrement construits, 532 kilomètres en construction et 1,560 de chemins concédés à diverses compagnies. Au 1er janvier 1845, le développement total des chemins de fer exécutés, en voie d'exécution ou définitivement concédés, était de 5,282 kilomètres, soit un total de *treize cent vingt lieues!*

Le caractère général du réseau des voies de communication aux Etats-Unis est une coordination parfaite, une répartition bien entendue, qui fait que chaque voie occupe une place nécessaire et a son utilité spéciale. Il en résulte que leur ensemble forme un tout harmonieux et complet : toutes les voies, canaux ou chemins de fer, proportionnées et par leur nombre et par leur étendue à la multiplicité des besoins qu'elles sont appelées à desservir, se répartissent d'une manière égale entre les diverses parties du territoire ; loin de se porter préjudice, elles s'alimentent réciproquement et se prêtent un mutuel secours. En Angleterre, au contraire, toutes les espèces de voies de communication se trouvent accumulées, multipliées outre mesure sur une zone privilégiée, alors qu'elles manquent entièrement sur de vastes surfaces. Les comtés manufacturiers sont, pour ainsi dire, couverts de railways, tandis que les comtés purement agricoles de l'Est et de l'Ecosse en sont encore réduits aux anciennes routes de terre. Nous ne parlons pas de l'Irlande, qui ne possède que deux ou trois tronçons isolés.

La cause première de cette différence est la conséquence de la marche tout opposée suivie par ces deux pays dans l'exécution de leurs travaux publics. Aux Etats-Unis, la répartition des voies de communication perfectionnées entre les différentes parties du territoire a été confiée aux lumières d'une commission spéciale, chargée de tracer à l'avance un réseau complet, destiné à servir de guide aux Etats qui se sont faits depuis entrepreneurs ou commanditaires de ces voies. En Angleterre, tout a été abandonné à la concurrence industrielle, qui s'est jetée sur les riches comtés manufacturiers, et y a multiplié les chemins de fer à un tel point, qu'ils se nuisent les uns aux autres, et qu'ils s'enlèvent, avec leurs légitimes bénéfices, la possibilité d'effectuer les transports à bon marché.

L'Ecosse et l'Irlande sont beaucoup moins bien partagées que l'Angleterre proprement dite. En 1836, le parlement, paraissant vouloir s'occuper des communications intérieures de ce der-

nier pays, nomma un comité, qui déposa son rapport en juillet 1837. Ce rapport concluait pour l'établissement de deux grandes lignes, l'une allant au sud-ouest et l'autre au nord-ouest. Depuis, il n'a plus été question de ce projet, dont l'accomplissement contribuerait sans aucun doute à alléger les maux d'un pays qui attire à un si haut degré les sympathies des cœurs généreux.

Quant aux compagnies de canaux, la plupart ont porté la peine de leur rapacité : celles que ne favorisait pas une circulation très-active ne se sont maintenues qu'au prix des plus lourds sacrifices et en réduisant leurs tarifs de plus de moitié. Plusieurs même ont cessé d'exister, et les journaux anglais, au moment où nous écrivons ces lignes, nous annoncent comme prochaine la transformation en chemin de fer du canal de Bridgewater, le premier canal qui ait été établi en Angleterre et celui d'entre tous qui s'était le plus distingué par les entraves financières dont il accablait le commerce.

§ 2.

ÉTAT ACTUEL DES CHEMINS DE FER ANGLAIS.

Dans le total des 5,282 kilomètres de chemins de fer exécutés, en construction ou concédés dans le Royaume-Uni, plus des neuf dixièmes appartiennent à l'Angleterre proprement dite : l'Ecosse et l'Irlande ne possèdent que quelques lignes d'une faible étendue.

Tous ces chemins n'ont pas un caractère égal d'importance. Les uns sont plus particulièrement destinés au service des usines et des mines, les autres servent aux transports des voyageurs et des marchandises. C'est de ces derniers seulement, et des plus importants sous le rapport de leur étendue, de leur circulation et du chiffre de leurs revenus, que nous aurons à nous occuper.

L'étendue des chemins servant à des exploitations particulières est de près de 900 kilomètres.

Etendue. Nous signalerons parmi les lignes les plus importantes du Royaume-Uni :

Partie méridionale de l'Angleterre.

Le railway d'Eastern-Counties, qui conduit de Londres au

port d'Yarmouth, situé sur la côte orientale de l'Angleterre, longueur en kilomètres. 204

Prolongement de l'Eastern-Counties. 116

Le railway de South-Eastern, de Londres à Douvres. . . 126

— du Sud, ou de Londres à Brighton. 67

— de South-Western, ou de Londres à Southampton. 148 1/2

— de Great-Western, qui conduit de Londres à Bristol 183 1/2

— de Bristol à Exeter, prolongement de celui de Great-Western dans la direction de l'ouest. 122

Dans la direction du nord-est.

Le railway de Londres à Birmingham.. . . . . 180 1/2

— de Grand-Junction, ou de Birmingham à Manchester et à Liverpool. 133

de Liverpool à Manchester. . . . , ... 49 1/2

— de North-Union et de Preston à Lancastre. . 72

Dans la direction du nord.

Le railway de Midland-Counties, ou de Rugby sur le chemin de Londres à Birmingham, à Derby et à Nottingham. 91 1/2

— de North-Midland, ou de Derby à Leeds. . . 116 1/2

Le railway de York et North-Midland, ou de Leeds à Selby et à York. 41

— de Great-North of England, allant de York à Newcastle. 119 1/2

Dans la direction du nord-est.

Le railway de Northern et Eastern, qui devait primitivement servir de communication entre Londres et York par Cambridge et Lincoln, et qui ne s'étend que jusqu'à Bishop's Stortford. L'on doute qu'il soit poursuivi plus avant, les comtés agricoles qu'il devait traverser ne pouvant suffire qu'à une faible circulation. 47

Dans la direction de l'ouest à l'est.

Le railway de Manchester à Hull par Leeds et Selby. . . 161

— de Newcastle à Carlisle et à Maryport. 145

— de Newcastle à Shields et à Sunderland. . . . 51

Du sud-ouest au nord, ou d'Exeter à Newcastle.

Le railway de Cheltenham au Great-Western. 61

— de Birmingham à Glocester et à Cheltenham. 83

Voici quelles sont les lignes de chemins de fer que possèdent les royaumes d'Ecosse et d'Irlande.

En Ecosse.

Le railway d'Edimbourg à Glascow.	64
— de Glascow à Greenock et à Ayr.	101
Le groupe de Dundee, réunissant les villes de Forfar, Arbroath, Cowper, Dundee, Newtyle et Glammis.	87 1/2

En Irlande.

Le railway de Dublin à Kingstown.	9
— de Belfast à Armagh (Ulster-Railway). . . .	54
— de Dundalk à Ballybay.	35

Le chiffre des frais d'établissement des 5,000 kilomètres de chemins que possède le royaume uni de la Grande-Bretagne est évalué à plus de 2 milliards de francs. Le total de la recette pour 1843 s'est élevé à 3,063,032 liv. st. ou 76,575,800 fr. : c'est le chiffre du budget de plus d'un Etat européen.

Dans la dernière session du parlement anglais trente et une lignes nouvelles, d'une étendue totale de 1,310 kilom., ont été autorisées et entreprises avec activité. Les principales sont :

Le railway de Brighton à Lewes et à Hastings.	52
— de Chester à Holyhead.	134
— de Great-Southern et Western d'Island. . . .	197
— de Lancastre à Carlisle.	112
— de North-British.	91
— de Norwich à Brandon, avec embranchement.	62
— de South-Devon.	83
— de l'Eastern-South, allant de Canterbury à Margate.	54
— de York à Scarborough.	78

Les capitaux dont disposaient les compagnies concessionnaires s'élevaient à 494 millions, l'exécution de tous les railways de la Grande-Bretagne aura donc absorbé la somme énorme de 2 milliards et demi.

D'après les journaux anglais, 248 nouveaux projets de chemins de fer étaient soumis à l'acceptation du parlement au 31 décembre 1844. Ces voies nouvelles, dont l'exécution est si lente en France, semblent s'improviser pour ainsi dire dans le Royaume-Uni.

De la circulation. Nous trouvons sur ce sujet dans le *Journal des chemins de fer* du mois de mai 1844 des renseignements d'un grand intérêt et plus détaillés que tous ceux qui avaient été obtenus jusqu'à ce jour. Ils ont été extraits de l'ouvrage de M. Porter, chef du bureau de *Statistique Centrale* à Londres, qui a puisé lui-même aux sources officielles.

Les lignes dont il s'agit dans ce rapport sont au nombre de *cinquante-trois*, dont quarante et une en Angleterre, dix en Ecosse et deux en Irlande.

Le *Railway and commercial Journal* évaluait comme suit le chiffre de la circulation pour les années 1841 et 1842.

1841.	Nombre de voyageurs,	20,650,000
1842.	—	26,000,000

Les rapports officiels auxquels l'auteur anglais a eu recours établissent que pendant l'année 1843 il a été transporté un total de 21,620,525 voyageurs, répartis comme suit :

Angleterre.	16,893,362
Ecosse.	2,652,519
Irlande.	2,074,444

nombres qui, rapportés à la population de chaque pays (1), sont représentés par ces chiffres :

Angleterre. . .	106 voyageurs par 100 habitants.
Ecosse.	101
Irlande.	25

Cette énorme différence provient, indépendamment de la situation exceptionnelle de ce dernier pays, de ce que les railways se trouvent très-multipliés sur le sol de l'Angleterre proprement dite, alors qu'ils manquent presque entièrement dans les deux autres pays. C'est là un des nombreux inconvénients de l'exécution des chemins de fer par l'intérêt privé : les compagnies, ne cherchant qu'à réaliser des bénéfices, s'établissent uniquement sur les points où une circulation active

(1) Angleterre, 15,911,715 ; Irlande, 8,205,382 ; Ecosse, 2,628,457 habitants.



peut le mieux leur assurer ce résultat ; il en résulte que l'activité d'un pays s'étend sur quelques points seulement du territoire, au lieu de se répartir sur tout l'ensemble.

Voici de quelle manière cette circulation s'est répartie entre les différentes classes de voitures :

Voyageurs de 1re classe. . . .	4,223,249
— de 2e classe. . . .	10,968,061
— de 3e classe . . .	6,429,225

D'où il résulte que le rapport de chaque chiffre à la circulation totale est de :

Pour les voyageurs de 1re classe. .	19 pour 100.
Pour ceux de 2e classe.	52
Pour ceux de 3e classe.	29

Ainsi le nombre de voyageurs de troisième classe n'atteint qu'un peu plus du quart du chiffre total de la circulation. En Belgique et en Allemagne, où le prix des places inférieures facilite l'accès du chemin de fer aux classes les plus nombreuses, le contraire a lieu : les voyageurs de troisième classe forment la partie essentielle du chiffre de la circulation. En Belgique, sur cent voyageurs, les deux tiers appartiennent à cette classe.

Des recettes. Les recettes sont de deux espèces, celles des voyageurs et celles des marchandises. Le chiffre des recettes des voyageurs sur ces différents chemins a été de fr. 76,575,800. Chaque voyageur a payé pour prix de sa place une moyenne de:

En Angleterre.

Voyageurs des premières places. . . .	8 fr.	20 c.
— des deuxièmes places. . . .	3	15
— des troisièmes places. . . .	1	95

En Ecosse.

Voyageurs des premières places. . . .	4 fr.	05 c.
— des deuxièmes places. . . .	1	65
— des troisièmes places. . . .	»	95

En Irlande.

Voyageurs des premières places. . . .	1 fr.	05 c.
— des deuxièmes places. . . .	»	70
— des troisièmes places. . . .	»	55

La grande différence qui existe entre les prix moyens payés en Angleterre, en Ecosse et en Irlande, provient principalement du peu d'étendue des lignes établies dans ces deux derniers pays.

Le chiffre total de la recette pour le transport des marchandises sur les cinquante-trois lignes qui ont entrepris ce service a été réparti comme suit, en 1843 :

Angleterre.	32,582,275 fr.
Ecosse.	2,620,975
Irlande.	170,050
Total. . . .	35,373,200 fr.

Frais d'établissement. La moyenne générale de la totalité des frais d'établissement des railways anglais varie selon les contrées où ils se trouvent établis; elle est,

Pour l'Angleterre, de. . . .	492,500 fr. par kilom.
Pour l'Ecosse, de.	346,250
Pour l'Irlande, de.	347,000

M. Porter, en terminant le *Mémoire* que nous avons pris pour base de nos calculs, établit une comparaison entre les résultats de l'exploitation des chemins anglais et belges.

En Belgique, le prix perçu sur chaque voyageur a été, par kilomètre, de..	5 c. 1/2
En Angleterre, ce prix s'est élevé à..	13
En Belgique, la distance moyenne parcourue par chaque voyageur a été de.	31 kilom.
En Angleterre, cette distance moyenne n'est que de. . .	21

résultat provenant de la différence qui existe entre les tarifs perçus en ces deux pays. La recette totale par kilomètre a été

	En Belgique.	En Angleterre.
Pour les voyageurs. . .	10,375 fr.	22,984 fr.
Pour les marchandises..	6,156	10,530
	16,531 fr.	33,514 fr.

soit, de moitié moindre en Belgique qu'en Angleterre.

Mais il est à remarquer que les frais de premier établissement sont de plus de moitié moins élevés dans le premier pays que dans le second, ce qui rétablit et au delà l'équilibre. De sorte que, proportionnellement aux frais d'établissement, les recettes brutes sont en Belgique de 7 pour cent, et en Angleterre de 6 trois cinquièmes pour cent seulement.

§ 3.

DE L'INFLUENCE DES CHEMINS DE FER SUR LE ROYAUME-UNI.

Ainsi donc les railways anglais, établis, on l'a vu, dans le but d'affranchir le commerce de la rapacité des entrepreneurs de transports, ne remplissent que très-imparfaitement les résultats que l'on était en droit d'en attendre. Malgré les 2 milliards de francs appliqués par l'Angleterre au perfectionnement de ses moyens de communication, le transport des marchandises et celui des voyageurs s'opère à un taux aussi élevé que par le passé. Les compagnies de chemins de fer, agissant à l'exemple des compagnies de canaux, qui avaient (autant que leur acte de concession le leur permettait) réglé leurs prix sur le tarif du roulage, se sont basées, quant à elles, sur les tarifs perçus par les diligences et les canaux, sans tenir aucun compte de la diminution considérable dans les frais de transport résultant de l'emploi de la vapeur comme force motrice. De sorte que ces travaux immenses, entrepris en si peu d'années, n'ont directement profité qu'à un nombre très-restreint de gens opulents, riches ou fort aisés. Plusieurs fois déjà nous avons eu l'occasion de nous arrêter sur les funestes résultats de ce système exclusif qui consiste à ne prélever que sur un petit nombre de voyageurs un bénéfice que la raison et la justice prescrivent de demander aux masses. Par suite de cet état de choses, la circulation moyenne des chemins de fer anglais ne s'élève annuellement qu'à 320 millions de voyageurs portés à 1 kilomètre, ce qui représente 80,000 personnes par lieue, soit le tiers seulement du chiffre de la circulation des chemins de fer belges.

Tel est le résultat du mode d'exploitation des chemins de fer anglais. Ainsi, tandis qu'aux Etats-Unis tout est par et pour le peuple, en Angleterre tout se fait au profit des riches, et c'est aux malheureux travailleurs de cet opulent pays qu'on peut

appliquer le *sic non nobis* avec plus de justesse que le poëte ne l'a fait aux animaux exploités par l'homme.

En aucun pays, les abus inhérents à l'existence des compagnies n'ont été poussés si loin et ne sont devenus plus intolérables ; jamais l'esprit d'exclusion, dont les voyageurs pauvres ont tant à souffrir sur la plupart des lignes exploitées par elles, ne s'est mieux manifesté qu'en Angleterre; dans aucun pays enfin l'exploitation de la plus belle invention des temps modernes n'a été considérée sous un point de vue plus étroit et moins en rapport avec sa nature et sa destination. Car les chemins de fer, en effet, ainsi que l'a fait observer avec raison un économiste distingué, les chemins de fer ont pour but de mettre à la portée de toutes les classes un instrument de locomotion qui fasse disparaître les inégalités qui avaient existé jusqu'à présent dans les moyens de communication dont disposent les hommes. Qu'importent l'élégance des voitures et l'inégalité des places? pauvres et riches peuvent circuler avec une grande vitesse. Celui qui parcourait les routes à grands frais, en grand équipage, voyage maintenant trois ou quatre fois plus vite, tout aussi commodément, à bien meilleur marché; et le pauvre piéton, emporté par la même puissance, ne peut-il donc pas rouler dans le même convoi que le riche, sans que le plaisir et les avantages dont ce dernier jouit , soient en rien diminués?

Toutefois si les railways anglais n'ont point réalisé tous les avantages qu'ils pourraient produire pour l'amélioration de la condition sociale du peuple anglais, ils n'en ont pas moins exercé, sur le développement commercial et industriel du pays, une très-grande influence. Par eux, tous les foyers de production trouvent vers l'Océan un écoulement facile, et les grandes métropoles industrielles ne forment plus, pour ainsi dire, qu'une immense manufacture servant à l'approvisionnement des vastes territoires sur lesquels l'Angleterre a étendu son empire politique et commercial. Complété par quelques lignes secondaires et étendu aux comtés agricoles, le réseau actuel suffira largement à l'activité du pays, et sera pour l'industrie et le commerce, si puissants déjà, le plus puissant levier d'extension et de développement.

Les chemins de fer ont aussi exercé sur le perfectionnement des autres moyens de transport une très-grande influence. Leur concurrence a réveillé les compagnies de canaux, engour-

dies par leur facilité à réaliser sans peine d'excellents bénéfices ; et ces voies, mal entretenues, ont été réparées avec soin ; des services réguliers, circulant nuit et jour, y ont été organisés ; la vitesse de la marche a été doublée, et le prix du transport réduit de moitié (1). Le service des voyageurs sur les routes ordinaires a subi des améliorations proportionnelles : des services plus réguliers ont été établis, la vitesse s'est augmentée, et le prix du transport, considérablement réduit, a mis les voitures à la portée d'une partie de la classe la plus nombreuse, de celle même qu'on dédaignait au temps de la prospérité et du monopole.

Ainsi, en Angleterre, c'est le prix exorbitant du roulage qui a fait le succès des canaux, c'est le tarif élevé des voitures publiques et des canaux qui a facilité le développement rapide des chemins de fer. Par la réaction toute naturelle de cette triple conséquence, c'est la concurrence des chemins de fer qui a stimulé le zèle des propriétaires des autres moyens de transport et qui les a contraints de diminuer leurs prix et d'organiser des transports rapides et réguliers, améliorations dont le commerce, ainsi que les voyageurs et les entrepreneurs eux-mêmes, ont reçu le bienfait.

On ne se rend généralement pas compte de l'influence que la facilité des voies de transport peut exercer sur la prospérité d'un pays. Sir Robert Peel reconnaissait, dans une des dernières sessions du parlement britannique (1843), qu'une des principales causes de la prospérité industrielle de l'Angleterre consistait dans l'étendue et la perfection de son réseau de voies de communication. L'importance de cette cause nous paraît destinée à devenir de jour en jour plus sensible. L'Angleterre, après avoir joui sans partage, pendant un demi-siècle, du bénéfice du progrès que ses mécaniciens et ses industriels ont apporté à la production manufacturière, voit aujourd'hui se généraliser les perfectionnements qui ont fondé sa suprématie. Si, comme on doit le supposer, toutes les nations industrielles finissent par posséder des instruments de travail également parfaits, il est évident que la supériorité sera désormais acquise à celle qui parviendra à réaliser les plus grandes économies sur les frais de production. Parmi ces frais, les plus considérables sont, sans

(1) *Rapport de M. Teisserenc au ministre des travaux publics.*

contredit, ceux du transport des matières brutes et fabriquées, lesquels absorbent souvent plus de la moitié de la valeur des produits. Le pays où la locomotion se fera avec le plus de célérité et d'économie pourra donc livrer ses produits au meilleur marché possible : ce pays, s'il se trouve dans des conditions suffisantes d'une bonne production, pourra par conséquent se trouver à la tête des nations industrielles.

Sous ce rapport, il est un petit pays dont les cartes géographiques font à peine mention, mais qui pourrait remplir, dans les destinées de l'avenir, un rôle important sans les barrières fiscales qui l'étreignent de tous côtés. Nous voulons parler de la Belgique, l'un des pays les mieux disposés pour une production économique et abondante et celui de tous, où le transport des personnes et des choses s'opère aux prix les moins élevés. Souvent notre sujet nous a amené à parler du magnifique réseau par lequel cet Etat a pris rang parmi les principales nations européennes; complétons par un aperçu rapide l'ensemble des faits que nous avons énoncés jusqu'ici sur cette question intéressante et qui captive à un si haut point l'attention et la sympathie de tous ceux qui portent intérêt aux progrès de la science des chemins de fer.

CHAPITRE III.

DES CHEMINS DE FER EN BELGIQUE.

Historique de l'établissement des railways belges. — Etat actuel des chemins de fer belges. — De l'exploitation des chemins de fer belges.

Des considérations politiques et sociales ont surtout présidé à l'établissement du railway belge. Effrayés de l'isolement dans lequel se trouvait la Belgique au sortir de sa crise révolutionnaire, les hommes d'Etat qui la gouvernaient sentirent la nécessité de la rattacher par des liens matériels aux grandes puissances qui l'entourent. Parmi les promoteurs les plus éminents de cette entreprise, il faut citer en première ligne MM. Rogier et Lebeau. Ces deux hommes ont puissamment contribué à l'établissement du magnifique réseau de chemins de fer qui couvre aujourd'hui la Belgique; c'est principalement à eux que ce pays est redevable d'avoir pu fonder son indépendance tout en augmentant sa puissance et sa richesse.

M. Michel Chevalier résume parfaitement, en peu de mots, les côtés les plus saillants de cette situation.

« Aussitôt installé, dit-il, le gouvernement de ce pays sentit que pour s'assurer l'avenir il devait marquer de son sceau le territoire belge par de grandes entreprises en harmonie avec l'esprit du siècle. En même temps qu'il rattachait à lui toutes les anciennes influences, qu'il ralliait à sa cause les antiques éléments d'ordre, et qu'il consolidait la paix intérieure, condition première du bien-être de l'immense majorité, il se lança résolûment, mais avec sagesse et sang-froid, dans les innovations que recommandait une politique non moins conservatrice que progressive. Les chemins de fer étaient déjà en honneur; il crut que par eux il pouvait conquérir une solide popularité, et qu'il parviendrait à créer à la Belgique un irrécusable titre d'admission parmi les Etats européens.

» Toutes ces espérances du gouvernement belge se sont réalisées et au delà. Grâce à cette démonstration de puissance (nous insistons sur le mot, continue cet écrivain éminent, car la force qui enfante des œuvres fécondes est de la puissance tout aussi bien que celle qui couvre de cadavres les champs de bataille), grâce à cet acte décisif, la Belgique, complétement affermie au dedans, a gagné au dehors l'admiration, sinon l'amitié de ses plus hautains ennemis; grâce à ses ministres de 1834, elle a devancé dans l'œuvre des chemins de fer les grandes monarchies européennes. Elle doit à cette œuvre son unité, elle lui est redevable de sa nationalité elle-même: car, dans les mains de l'Etat, les voies nouvelles sont devenues une institution éminemment populaire. Ce réseau, par ses effets matériels, comme par ses résultats moraux et politiques, est le plus éclatant témoignage qu'on puisse alléguer en faveur de l'exécution des chemins de fer par l'Etat » (*Cours d'économie polit.*, 1844-45, 2e année).

Des considérations d'un ordre purement matériel contribuèrent encore à hâter l'accomplissement de cette œuvre importante. Depuis que le marché hollandais leur était fermé, les houilles du pays de Liége manquaient de débouchés; on dut songer à leur en créer à l'intérieur, et pour arriver à ce but il était indispensable d'établir de nouvelles voies de communication. Car, tandis que les exploitations houillères du Hainaut étaient réunies à toutes les grandes cités du royaume, la pro-

vince de Liége seule devait à sa configuration topographique d'être entièrement dépourvue de canaux et de ne communiquer avec le reste du pays que par des routes à barrière, presque toutes d'un accès montueux et difficile.

Frappé de cet état de choses et voulant y porter remède, le gouvernement nomma, au mois de février 1832, une commission d'ingénieurs chargés de rechercher les moyens d'établir entre l'ouest et l'est du royaume une grande ligne de communications économiques. La commission opinait pour l'établissement d'un canal qui réunirait la Meuse à l'Escaut. C'est alors que MM. Lebeau et Rogier conçurent la pensée de remplacer par un chemin de fer le canal projeté : pressentant sans doute l'avenir réservé à ces admirables voies de communications, ils persistèrent dans ce projet malgré les objections sans nombre qui leur furent d'abord opposées. Après de longues et chaleureuses discussions, la chambre des représentants autorisa l'établissement de la grande ligne de l'Océan au Rhin, et le 1er mai 1834 la loi suivante, contre-signée Lebeau et Rogier, fut promulguée aux acclamations du pays:

Art. 1. Il sera établi dans le royaume un système de chemins de fer ayant pour point central Malines, et se dirigeant à l'est, vers la frontière de Prusse, par Louvain, Liége, Verviers; au nord sur Anvers; à l'ouest sur Ostende, par Termonde, Gand, Bruges; au midi vers les frontières de France, par Bruxelles et Mons (1);

Art. 2. L'exécution sera faite à la charge du trésor public, etc.;

Et art. 3. Les dépenses de cette exécution seront couvertes au moyen d'un emprunt qui sera ultérieurement réglé par une loi.

Le jour où cette loi fut décrétée, la Belgique prenait, parmi les nations européennes, le rang honorable que lui assignait l'importance de sa courageuse entreprise. Ecrasée par les dépenses de l'état de guerre, mal remise encore des secousses

(1) Depuis, ce réseau a été successivement augmenté :

1° D'une ligne qui part de Gand et se dirige sur Lille par Courtray, avec embranchement sur Tournay;

2° D'une autre ligne qui, de Mons, se dirige sur Namur par Charleroi;

Et 3° d'un grand nombre d'embranchements qui relient au réseau principal les villes secondaires.

d'une révolution récente, s'imposant d'énormes sacrifices pour faire ce que n'avait encore osé aucun peuple du continent, elle prenait ainsi en peu d'années un rang élevé dans l'estime des hommes, et donnait une grande et sévère leçon aux vieilles monarchies qu'elle devançait aussi rapidement dans la noble et glorieuse carrière du travail.

§ 1.

HISTORIQUE DE L'ÉTABLISSEMENT DES RAILWAYS BELGES.

Les travaux commencèrent le 1er juin 1834. Onze mois après, le chemin de Bruxelles à Malines, était inauguré; le 7 mai 1836, cette ligne arrivait à Anvers et présentait un développement de 45,810 mètres.

On se rappelle encore l'espèce de révolution que produisit l'ouverture du chemin de fer de Bruxelles à Anvers. 75,000 voyageurs parcouraient année commune, par les voies ordinaires, l'espace compris entre ces deux villes; ce chiffre s'éleva tout à coup à 541,129 dans les huit mois qui suivirent l'inauguration du chemin, et il atteignit près de 1 million dans les années suivantes. Les recettes suivirent naturellement la même progression ascendante. L'exploitation de Bruxelles à Malines produisit un revenu de 8 pour 100 pendant la première année; celle de Bruxelles à Anvers rendit ensuite 16 pour 100. Ces magnifiques résultats, obtenus dans un pays voisin de la France, excitèrent vivement l'attention de nos capitalistes, et contribuèrent à populariser les chemins de fer sur tout le continent.

Ce succès, sur lequel on était généralement fort loin de compter, tant en Belgique que dans le reste de l'Europe, eut aussi pour effet d'activer considérablement dans ce pays l'exécution des travaux. De ce moment, chaque année vit s'inaugurer plusieurs sections de la grande ligne projetée.

Le 1er janvier 1837 eut lieu l'inauguration de la section de Malines à Termonde.

Le 10 septembre, celle de Malines à Louvain.
Le 22 — celle de Louvain à Tirlemont.
Le 28 — celle de Termonde à Gand.
Le 2 avril 1838, celle de Tirlemont à Waremme.
— celle de Waremme à Ans.
Le 12 août, celle de Gand à Bruges.
Le 28 — celle de Bruges à Ostende.

Ainsi, quatre années après le vote des chambres, la locomotion rapide de la vapeur réunissait toutes les grandes villes du pays. Liége, Bruxelles, Gand et Anvers n'étaient plus qu'à quelques heures de distance, et communiquaient avec la mer par deux points différents, par Ostende et par Anvers. Une année après, Courtray possédait aussi son chemin de fer ; le tour de Mons vint ensuite. En octobre 1841, Liége voyait arriver dans ses murs, au moyen d'un magnifique plan incliné, le convoi d'honneur parti d'Anvers ; enfin, dans les mois de juillet et d'octobre 1843, on a inauguré les sections de Liége à Verviers et de Verviers à la frontière prussienne. Achevé en moins de dix années, le railway belge s'étend aujourd'hui sur une longueur de 561 kilomètres.

Un deuxième réseau, ayant pour but de réunir aux lignes principales les divers centres de population qui s'en trouvent éloignés, s'établira successivement. Une partie de ce réseau est déjà ou construite, en cours de construction, ou d'une construction très-prochaine ; son importance, secondaire relativement au réseau principal, a déterminé la majorité des chambres belges à en confier l'exécution à l'intérêt privé.

§ 2.

ÉTAT ACTUEL DES CHEMINS DE FER BELGES.

Voici quelles sont l'étendue et la direction des différentes lignes dont la réunion constitue le réseau principal :

Ligne de l'Est, de Malines, point central, vers Cologne, par Louvain, Tirlemont, Landen, Waremme, Liége et Verviers, avec embranchement sur Saint-Trond.	147k,5
Ligne de l'Ouest, de Malines à la mer du Nord, par Termonde, Gand, Bruges, Ostende, avec embranchement de Gand à la frontière de France par Menin et Courtray.	202 ,5
Ligne du Nord, de Malines à Anvers, avec embranchement sur Lierre.	25 ,8
Ligne du Midi, vers la frontière française, par Bruxelles, Mons, avec embranchement sur Charleroy et Namur.	186
Total du réseau principal. . . .	561k,8

entièrement achevés.

Les lignes secondaires, exécutées, en cours d'exécution ou dont l'exécution paraît prochaine, sont les suivantes :

Ligne directe de Gand à Anvers, par Lokeren.	54k,2
De Gand à Bruxelles par Alost.	45
De Courtray à Tournay.	28 ,6
D'Ans à Hasselt, par Tongres.	34
Chemin d'entre Sambre et Meuse, avec embranchements. .	106,
Chemin de Liége à Namur.	32
Total de l'étendue des lignes secondaires. . . .	329k,8

L'ensemble du réseau des chemins de fer belges comprend donc une étendue de 891 kilomètres. C'est, relativement, la plus grande entreprise d'utilité publique qu'aucune nation ait encore exécutée.

Du tracé. Une erreur assez répandue attribue à la facilité extrême des terrains traversés et à l'absence presque complète de grands travaux d'art, l'économie et l'activité remarquable qui ont présidé à l'exécution des chemins de fer belges. L'examen du tracé de certaines lignes prouve, au contraire, que l'on a eu à surmonter des difficultés de premier ordre, et telles que l'on n'en a rencontré encore que sur un petit nombre de chemins de fer du continent.

Sur tout le parcours de Bruxelles à Anvers, et de Malines à Ostende, il n'y a pas de travaux importants; les pentes, quoique variées, sont toujours peu sensibles. Entre Malines et la frontière prussienne, le tracé est au contraire très-accidenté, et c'est là surtout que l'on a eu à vaincre des obstacles presque innombrables.

Le railway part de Malines à 7 mètres au-dessus de la mer, traverse la vallée de la Dyle en grand remblai et monte vers Louvain par une pente de 1 millimètre; il coupe deux fois la Dyle, passe sous la route d'Ærtschot, puis arrive à Louvain à une hauteur de 29 mètres; de là il s'élève encore de 30 mètres par une rampe de 3 millimètres et demi, passe en déblai la chaussée de Tirlemont, coupe plusieurs vallées et entre dans le grand tunnel de Cumptich. De Tirlemont il s'avance sur Liége par une rampe de 3 millimètres, traverse en grand remblai la vallée de la Geete, et atteint les hauteurs d'Ans, où il se trouve à 178 mètres au-dessus du niveau de la mer. Ans n'est séparé de la Meuse que par une distance de 6 kilomètres, et cependant il existe entre ces deux points une différence de niveau de plus de 110 mètres, qui a dû être rachetée par deux plans inclinés, l'un de 2 centimètres 8, et l'autre de 3 centimètres, séparés par un palier horizontal où l'on a établi la station de Liége. Sur le pont de la Meuse le railway n'est plus qu'à 68

mètres au-dessus du niveau de la mer. Entre la Meuse et Verviers la distance est de 25 kilomètres et la pente de 97 mètres. Les mouvements de terrain sont si multipliés et le sol se trouve tellement accidenté, que le chemin de fer est obligé de suivre la sinueuse vallée de la Vesdre, dans laquelle on a dû lui donner des inflexions continuelles avec des courbes souvent à court rayon. De Verviers à Eupen (frontière prussienne) la distance est de 16 kilomètres et la différence de niveau de 116 mètres. Eupen est le point le plus élevé du chemin de fer; sa hauteur au-dessus du niveau de la mer est de 276 mètres; à partir de ce point, le railway descend continuellement, soit par des pentes douces, soit par des plans inclinés; il rencontre près d'Aix-la-Chapelle les charbonnages d'Eschweiller et atteint Cologne, après avoir parcouru 90 kilomètres sur le territoire prussien et racheté d'Eupen au Rhin une différence de niveau de 238 mètres.

La ligne du Midi, de Bruxelles sur la frontière de France, ainsi que son embranchement vers Namur, ont également présenté de nombreuses difficultés : deux galeries souterraines à Braine-le-Comte et au Fayt, des ouvrages d'art considérables, 15 ponts sur la Sambre et le Haine, etc.

D'après ce simple exposé du tracé d'une partie seulement du réseau principal, on voit combien était profonde l'erreur de ceux qui attribuaient à la facilité extraordinaire du terrain le rapide développement des chemins de fer belges et le prix généralement peu élevé de leur construction. Les premières sections parcouraient, il est vrai, un pays à peu près dépourvu d'accidents de terrain; mais la traversée des rivières et canaux, nombreux et importants, qui sillonnent cette partie de la Belgique a exigé des travaux d'art d'un établissement difficile. Sur la ligne de l'Est, de Louvain à Ans, qui est la partie la moins accidentée de cette ligne, on rachète une hauteur de plus de 150 mètres, en franchissant une suite de vallées profondes au moyen de remblais de 15 à 20 mètres d'élévation, séparés par des tranchées de 10 à 15 mètres de profondeur et un tunnel de 925 mètres d'étendue; pour la traversée de ces vallées, de nombreux aqueducs, des ponts, des viaducs, pour le passage des routes au-dessus ou au-dessous du railway. D'Ans à Liége, pour opérer la descente dans le bassin de la Meuse sur une longueur de 700 mètres et pour racheter une descente de 110 mètres, ont été établis deux plans inclinés desservis par deux machines fixes de la force de 360 chevaux chacune. De Liége à la

frontière de Prusse les difficultés redoublent, et le chemin, littéralement taillé dans le roc le plus dur, présente, sur une étendue de 8 lieues, 18 souterrains et 25 ponts, rendus nécessaires par la traversée de quatre rivières et par la nécessité de suivre les plis et replis de la tortueuse vallée de la Vesdre. Il est telle partie de cette ligne où les frais de construction se sont élevés à 1 million par kilomètre.

Les pentes générales, sur l'ensemble du réseau, varient entre 3 et demi et 4 millimètres par mètre, sauf quelques pentes partielles de 6 à 8 millimètres, introduites sur une faible longueur aux abords des ponts. L'inclinaison moyenne des plans inclinés de Liége est de 3 centimètres par mètre.

Les courbes à grand rayon ont été adoptées toutes les fois que cela s'est trouvé possible sans déterminer un trop grand accroissement de dépense. Il existe cependant un assez grand nombre de courbes d'un rayon inférieur à 500 mètres, qui n'occasionnent aucun accident et ne donnent lieu qu'à un ralentissement inappréciable.

Un trait caractéristique du tracé belge, c'est qu'il coupe à niveau les routes ordinaires toutes les fois que cela est possible. Cette disposition, contraire à celle qui prévaut en Angleterre et assez généralement en France, où les traversées ont lieu au-dessus ou au-dessous du chemin, procure une très-grande économie dans les frais de construction, et, chose remarquable sur un chemin où la circulation est plus grande que sur aucune des grandes lignes d'Angleterre, ne donne lieu à aucun accident grave.

Parmi les mesures qui ont le plus efficacement contribué à assurer la prompte exécution des travaux on doit placer en première ligne la création d'une commission spéciale des chemins de fer. On a évité par ce moyen ces innombrables formalités administratives que M. Nothomb, chef du ministère actuel, caractérisait fort bien en disant qu'elles étaient *impuissantes pour le bien, impuissantes contre le mal.* Les deux ingénieurs qui avaient dressé l'avant-projet (MM. Simons et Deridder) furent investis de la direction générale des travaux, soustraits à la filière hiérarchique et mis directement en rapport avec le ministère. Pleins pouvoirs leur furent donnés de contracter des marchés, de passer des adjudications, et il est permis d'affirmer que c'est à cette heureuse innovation admi-

nistrative, autant qu'à la sage économie qui a présidé à la détermination du tracé, que la Belgique doit de posséder un réseau de chemins de fer dont le prix de revient est de beaucoup moins élevé que n'est celui des principales lignes d'Angleterre et de France.

Jetons maintenant un regard sur les résultats essentiels de l'exploitation des chemins de fer belges pendant l'année 1844. Le réseau belge, terminé le 15 octobre 1843 par l'inauguration de la section de Verviers à la frontière allemande, est le plus étendu de tous ceux du continent. Une année s'étant écoulée depuis son achèvement, il est devenu possible, aujourd'hui que l'on possède des nombres directement comparables, d'étudier avec fruit tous les résultats de son exploitation.

Ces résultats doivent être considérés comme ceux de l'expérience la plus large qui ait encore été tentée, et inspirer à quiconque se préoccupe de la vraie solution à donner à la question des chemins de fer le plus vif intérêt.

§ 3.

DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER BELGES.

Nous considérerons les résultats de cette exploitation sous le rapport du mouvement des voyageurs et des marchandises, et sous celui de la totalité des recettes et des dépenses.

Mouvement des voyageurs. Les nombres qui suivent constatent, pour ces dernières années, l'accroissement du chiffre des voyageurs, comparativement à celui de l'étendue du réseau.

Années.	Kilomètres.	Voyageurs.
1842	452	2,724,104
1843	483	3,085,349
1844	561	3,360,862

Soit pour ce dernier chiffre environ 10,000 voyageurs par jour.

Le produit du transport de ces voyageurs s'est élevé

En 1842 à.	4,682,135 fr.
1843	5,457,960
1844	6,784,575

Ce qui fait pour cette dernière année un produit par voyageur de 1 franc 80 centimes environ, lequel se répartit selon les classes de voitures de la manière suivante :

Première classe. . . .	26 pour 100.
Deuxième classe. . . .	36
Troisième classe. . . .	38

Ainsi les wagons, malgré la modération de leur prix, sont la classe de voitures la plus productive.

Mouvement des marchandises. C'est surtout le transport des marchandises de roulage qui, en 1844, a pris une extension remarquable. Les années précédentes, il avait été transporté :

En 1842.	194,183 tonnes.
1843.	333,433

Le chemin de fer a transporté, pendant les 9 premiers mois de 1844, 375,640 tonnes de marchandises de roulage. Si le mouvement de chacun des 3 derniers mois se maintient, comme celui de septembre, à 47,000 tonnes environ, le mouvement de l'année entière sera de 516,000 tonnes, soit *cinquante-cinq pour cent* de plus que les quantités de marchandises transportées en 1843.

Quant au produit de cette espèce de transport, il s'est élevé

En 1842 à.	1,739,384 fr.
1843	2,247,618
1844	3,491,000

soit une augmentation de *cinquante-quatre pour cent* sur la recette de l'année 1843.

Il est à remarquer que ces brillants résultats ont été obtenus malgré la réduction de *cinquante pour cent* sur les frais de transport des neuf cent mille tonnes de fonte exportées en Allemagne pendant les mois de juillet et août, réduction opérée par le gouvernement afin de neutraliser l'effet d'une augmentation de droit sur les fontes belges importées dans les Etats de l'union allemande.

Le parcours total des locomotives ou des convois, qui était

En 1842 de.	1,589,091 kilomètres.
1843	1,877,170

s'est élevé pour l'année 1844 à un chiffre total de 2,421,000 kilomètres parcourus, lequel peut se répartir de la manière suivante entre les deux espèces de service :

Service des voyageurs. . . .	67 pour 100.
Service des marchandises. . .	33

On va voir que les résultats de l'exploitation des chemins de fer belges sous le rapport financier ne sont pas moins concluants que ceux qui précèdent.

Des recettes et dépenses. Le chiffre total des recettes sur les différentes branches du service s'est élevé

En 1842 à.	7,319,980 fr.
1843	8,994,539
1844	11,230,493

soit, sur les résultats de l'année 1844, une ***augmentation de plus de vingt pour cent.***

La recette de l'année 1844 s'est répartie de la manière suivante pour les différentes espèces de transports :

Voyageurs.	57	pour 100 du prod. total.
Bagages.	3,33	
Marchandises de roulage. . .	27,60	
Marchandises de messagerie.	8,05	
Chevaux et bestiaux.	1,07	
Equipages.	1,95	
Fonds et valeurs.	0,35	
Produits extraordinaires. . .	0,65	
Total. . . .	100,00	

Quant aux dépenses d'exploitation, divisées en quatre chapitres, elles se sont élevées comme il suit pour l'année 1843, les détails de celles de l'exercice 1844 ne nous étant encore connus qu'approximativement.

1° *Administration générale.*

Traitements d'employés et indemnités diverses. . .	175,834 fr.	20 c.
Salaires d'ouvriers, récompenses, etc.	12,835	06
Loyers de bureaux et fournitures, etc.	21,071	38
Impressions, mobiliers, menues dépenses.	99,531	19
Total. . . .	309,311 fr.	83 c.

2° Entretien des routes et stations.

Traitements d'employés et indemnités diverses. . .	110,968 fr.	69 c.
Traverses, rails et accessoires.	300,263	27
Main-d'œuvre.	951,897	36
Outils et dépenses diverses.	7,913	42
Total. . . .	1,371,042 fr.	74 c.

3° Service de locomotion et entretien du matériel.

Fonctionnaires, indemnités diverses.	153,294 fr.	15 c.
Chefs d'atelier, ouvriers, machinistes, etc.	1,009,932	80
Coke, houille et bois.	656,603	74
Huiles, étoupes, cordes, etc.	259,337	04
Roues, essieux, tubes, métaux divers.	352,211	41
Bois, peinture, outils et frais divers.	147,038	41
Travaux divers, dépenses extraordinaires.	74,171	33
Total. . . .	2,652,588 fr.	88 c.

4° Service des transports.

Fonctionnaires, indemnités diverses.	42,138 fr.	31 c.
Service des stations, employés et ouvriers.	214,015	86
Gardes-convois.	175,452	53
Service des recettes : voyageurs et marchandises. .	206,217	24
Ouvriers aux bagages et marchandises.	270,188	04
Camionnage.	129,979	35
Loyers, contributions, frais divers.	29,069	20
Total. . . .	1,067,056 fr.	55 c.

Ces dépenses se résument comme il suit :

Administration générale.	309,311 fr.	83 c.
Routes et stations.	1,371,042	74
Locomotion et matériel.	2,652,588	88
Service des transports.	1,067,056	55
Total général. . . .	5,400,000	00

La dépense totale de l'exploitation pour l'exercice 1844 s'élève à la somme de 5,765,430 francs. Le chiffre total des recettes du même exercice étant de 11,230,493 fr., l'excédant des recettes sur les dépenses s'élève par conséquent à 5,465,063 fr.

L'excédant des recettes sur les dépenses pendant les années antérieures a été respectivement par lieue de parcours :

En 1841 de.	5 fr.	82 c.	
1842	8	08	
1843	9	37	
1844	11	09	

On le voit, la situation financière devient de plus en plus brillante et tend à justifier les prévisions de ceux qui regardent le réseau des chemins de fer belges comme devant être dans peu d'années pour l'Etat une source féconde de revenus. Ce fait n'a rien qui doive surprendre, si l'on considère que le réseau belge n'est entièrement achevé que depuis une année seulement, et que ce n'est jamais au moment de leur début que les grandes lignes de chemins de fer atteignent le chiffre normal de leurs produits.

Un mot encore sur la diminution graduelle des dépenses, ainsi que sur la situation du matériel.

La dépense totale de l'exploitation de 1 kilomètre de chemin de fer a diminué dans les proportions suivantes. Elle s'élevait

En 1841 à la somme de. . .	13,400 fr.
1842	11,869
1843	11,348
1844	10,314

Rapportant ces chiffres à ceux du nombre de kilomètres parcourus par les convois, nous trouvons une dépense moyenne :

En 1841 de.	3 fr.	13 c.
1842	2	96
1843	2	91
1844	2	40 seulement.

On doit donc reconnaître que l'exploitation du réseau belge, sous quelque rapport qu'on la considère, présente des résultats également avantageux, et à la prospérité du chemin, dont le produit net augmente d'année en année, et à celle du pays lui-même dont toutes les branches de vitalité ont pris en peu d'années le plus rapide accroissement.

Cette diminution dans le chiffre des dépenses d'exploitation a pour cause essentielle les perfectionnements nombreux

apportés dans la construction des machines et l'émulation résultant de l'établissement de primes en faveur des machinistes et des chefs d'atelier des stations qui réaliseront le plus d'économie dans la conduite des machines ou qui maintiendront ces dernières dans le meilleur état d'entretien possible. Ainsi la consommation moyenne du coke, qui en 1841 était de 19,63 kilogrammes par kilomètre parcouru et qui en 1843 se trouvait réduite à 13,26 kilogrammes, ne s'élevait plus qu'à 9,6 kilogrammes au 30 septembre 1844, soit une *diminution de plus de moitié;* c'est ce que confirme d'une manière frappante l'aperçu du tableau des dépenses d'exploitation, lequel établit que la somme dépensée pour achat de combustible pendant l'exercice 1838 et alors que le chemin n'avait que 200 kilomètres d'étendue est à peu près égale à celle (700,000 francs) que nécessite l'exploitation du réseau actuel, dont l'étendue est de 560 kilomètres.

Nous terminerons en donnant l'état du matériel d'exploitation au 31 décembre 1844.

Situation du matériel. Depuis l'organisation du transport des marchandises sur le chemin de fer belge, le matériel spécialement affecté à ce service, pour faire face à l'extension constante prise par cette espèce de transport, a dû être continuellement augmenté d'année en année dans une très-forte proportion.

Le tableau suivant de l'état du matériel à diverses époques est l'aperçu des proportions dans lesquelles s'est réalisée l'extension de ce mouvement.

ÉPOQUES.	LOCOMOTIVES.	TENDERS.	VOITURES de voyageurs.	WAGONS de marchandises.	WAGONS de service.
Au 31 décembre 1841.	122	108	508	673	136
Au 31 décembre 1842.	129	127	514	1,223	275
Au 31 décembre 1843.	143	138	606	1,585	327
Au 31 décembre 1844.	146	140	661	1,913	362

Ainsi donc, tandis que le nombre des voitures de voyageurs pendant ces trois années a augmenté d'un quart environ, celui des wagons de marchandises a été triplé dans le même espace de temps. Et cependant il est reconnu par l'administration que, malgré cet accroissement, le matériel actuel des marchandises ne suffit pas encore pour effectuer régulièrement tous les transports. De nouveaux crédits vont être demandés aux chambres afin de compléter ce matériel.

En résumé, si l'on examine dans leur ensemble les résultats généraux de l'exploitation des chemins de fer belges en 1844, tels que nous les indiquent les faits qui précèdent et que nous avons extraits des rapports officiels, ces résultats sont des plus satisfaisants sous quelque point de vue qu'on les envisage, et répondent victorieusement aux objections élevées contre l'exploitation des chemins de fer par l'Etat.

Le mouvement des transports, celui des marchandises surtout, a pris depuis l'achèvement du réseau une extension à laquelle les esprits même les plus enthousiastes étaient loin de s'attendre. Les plus hautes évaluations portaient à *douze mille tonnes* le mouvement annuel des marchandises vers l'Allemagne : ce chiffre a été sextuplé, et s'élève pour 1844 à *soixante-sept mille cinq cents* (1). Les marchandises de roulage, qui en 1842 avaient atteint pour l'ensemble du railway le chiffre de 194,000 tonnes, ont dépassé en 1844 celui de 500,000.

Nous avons vu que, si d'un côté la somme des recettes augmente, de l'autre celle des dépenses diminue, soit qu'on la considère d'après le nombre de kilomètres exploités ou celui du nombre de kilomètres parcourus. Dès lors l'excédant des recettes sur les dépenses présente d'année en année une balance financière de plus en plus avantageuse : cet excédant, en 1841, n'était que de 5 francs 82 centimes par lieue parcourue; il s'élève pour 1844 à 11 francs 9 centimes, soit, en trois années, une augmentation de près du double.

Si cette situation prospère s'améliore encore par les économies nouvelles qui doivent être réalisées, soit par les meilleures conditions d'exploitation résultant de l'établissement

(1) Le seul mois d'août a donné lieu à un mouvement de 9,500 tonnes.

des doubles voies sur plusieurs sections, du complément des stations et du matériel des transports, soit par des réformes à apporter à la situation des tarifs, tous les avantages politiques et matériels que la Belgique peut recueillir de l'exploitation de son réseau auront été réalisés sans frais par l'Etat, qui, de son côté, aura accru ses revenus par l'impulsion puissante imprimée par les voies nouvelles à la prospérité industrielle, commerciale et agricole du pays.

Les dépenses de construction du chemin de fer s'élevaient au 16 octobre 1844 à la somme de 143,221,949 francs 70 centimes. La majeure partie des fonds a été obtenue par l'emprunt et par des allocations portées au budget pour le service annuel de cette dette; celle portée à cet effet au budget de 1844 est de 7,446,650 francs. L'excédant des recettes sur les dépenses s'élevant à 5,310,000 francs représente donc à peu près *quatre pour cent* du capital, c'est-à-dire 1 pour 100 de plus que ce que rend aujourd'hui l'argent placé en fonds anglais.

Jusqu'alors tout le bénéfice de l'entreprise avait consisté dans l'accroissement de la prospérité publique : l'excédant de 1843 ne s'était élevé qu'à *deux et demi* pour 100. Nul doute que le compte rendu de 1845 ne nous initie encore à de nouveaux progrès, et que le produit net du chemin n'augmente proportionnellement à l'extension qu'y prendra la circulation dès que seront terminées les grandes lignes que préparent l'Allemagne et la France pour se mettre en contact avec lui. Quelles limites assigner à sa prospérité, lorsque bientôt l'établissement de plusieurs lignes quotidiennes de navigation à vapeur l'aura mis en rapport immédiat avec les railways anglais, lorsque ce chemin touchera Paris par notre grande ligne du Nord, Vienne, Berlin par le chemin de fer rhénan, et qu'il se trouvera ainsi en communication avec la Loire, le Rhin, l'Océan, la mer Baltique et le Danube.

Aujourd'hui, grâce au chemin de fer belge, 10 à 12 lieues seulement séparent le Rhin de l'Océan. C'est là sous tous les rapports un fait d'une immense portée et devant lequel la France ne peut rester indifférente, car il y a pour elle le danger de la perte des avantages que sa situation géographique semble lui réserver, c'est-à-dire le transit avec la Suisse et le midi de l'Allemagne. Sans nourrir de vaines illusions sur le monopole des transports, on peut dire que la France est un pays de transit

par excellence. Si donc le transit du Nord paraît nécessairement dévolu à la grande ligne d'Anvers à Cologne, la France, en vertu de son admirable situation, a pour elle celui du Centre et celui du Midi. Mais les avantages de cette situation tendent chaque jour davantage à lui être enlevés par suite de l'établissement des nombreuses lignes de fer dont se couvre actuellement l'Allemagne.

Nous jetterons un coup d'œil sur l'état des chemins de fer dans ce dernier pays et dans quelques contrées avoisinantes avant de passer à l'examen des grandes lignes établies en France.

CHAPITRE IV.

DES CHEMINS DE FER EN ALLEMAGNE.

Aperçu historique de l'établissement des chemins de fer en Allemagne. — Etat actuel. — Exploitation. — De l'influence des chemins de fer en Allemagne.

La configuration topographique de cette vaste contrée présente avec celle du territoire des Etats-Unis une analogie frappante : l'une et l'autre se composent en effet d'un grand bassin central auquel viennent se réunir d'autres bassins moins importants et disposés presque perpendiculairement sur l'un des flancs du premier. Pour l'Allemagne, ces bassins secondaires, qui sont ceux du Wéser, de l'Elbe, de l'Oder et de la Vistule, sont séparés du bassin central, celui du Danube, par une chaîne de montagnes longues et contournées, portant successivement les noms de Thuringer-Wald et de Bœhmer-Wald, comme les bassins de l'Hudson, de la Susquehanah, du Potomac, du James-Rivers, etc., le sont de la grande vallée de l'Amérique centrale par la grande chaîne des monts Alleghanys.

De cette configuration particulière du territoire allemand résulte la nécessité d'unir entre eux ces différents bassins et de les relier ensuite à la grande vallée du Danube, afin que les produits du sol et des manufactures puissent trouver vers les mers qui ceignent l'Allemagne un écoulement facile ; vers la Méditerranée par Trieste et Venise, vers la mer Noire par Pesth et le Danube, vers la mer Baltique par Dantzig et Stettin, vers la mer du Nord par Hambourg, Amsterdam, Ostende et

Anvers. Tel est le résultat que s'efforcent d'atteindre les divers gouvernements de ce pays, en protégeant l'établissement ou en établissant eux-mêmes de nombreux réseaux de chemins de fer, dont les rayons tendent à s'établir des confins de la Hongrie jusqu'au Rhin, et des rives de l'Adriatique à l'Océan et à la mer Baltique.

Mais, avant de nous occuper de l'établissement de ces grandes lignes, disons quelques mots des premiers pas accomplis par l'Allemagne dans la carrière des améliorations matérielles.

§ 1.

APERÇU HISTORIQUE DE L'ÉTABLISSEMENT DES CHEMINS DE FER EN ALLEMAGNE.

Les traités de 1815, habilement exploités par l'Angleterre, avaient eu pour résultat de comprimer l'essor rapide qu'avait pris en peu d'années l'industrie allemande, réveillée de sa longue apathie par l'effet du blocus continental. Cette activité, ce mouvement des matières premières et des produits fabriqués, qui constitue la grande masse des transports dans les pays où la division du travail se trouve régulièrement établie, semblait éteint; toute industrie avait cessé; les routes étaient abandonnées aux transports agricoles, et les fleuves, devenus déserts, ne charriaient que de loin en loin quelques rares bateaux chargés de sel ou de bois. Seul entre tous les fleuves de l'Allemagne, l'Elbe devait au voisinage de Leipzig et à la foire fameuse qui fait la richesse de cette ville une circulation active: les foires de Leipzig, alimentées en grande partie par l'industrie anglaise, constituaient le principal moyen d'approvisionnement mis à la portée des consommateurs; les populations allemandes y accouraient de toutes parts. Mais cette circulation insolite cessait aussitôt avec les causes qui la produisaient: après huit jours d'activité et de bruit, tout rentrait dans le silence et l'immobilité.

Cet état de choses se prolongea quinze années, pendant lesquelles les populations allemandes, essentiellement livrées à des préoccupations politiques ou à de philosophiques rêveries, se reposèrent sur leurs gouvernements du soin de l'amélioration de leur condition matérielle.

Mais bientôt l'invention des chemins de fer et les merveil-

leux résultats que retiraient de son application les Etats-Unis, l'Angleterre et la Belgique, vinrent opérer sur l'esprit public de l'Allemagne une sorte de révolution morale contre laquelle vint se briser cette force d'inertie que les gouvernements allemands opposent sans cesse à toutes les innovations que tentent les peuples. Ceux-ci appuyèrent de tous leurs vœux les nombreuses demandes que des compagnies concessionnaires adressaient aux divers gouvernements. Le premier, l'empereur François II, par une décision qui l'honore, fit droit à ces justes réclamations en autorisant l'établissement du chemin qui de Vienne se dirige sur la Moravie, grenier d'abondance de son empire. Bientôt après le gouvernement de Bavière, prenant une libérale initiative, affecta à la construction de la ligne d'Augsbourg à Hof une somme de 43 millions de florins (100 millions de francs environ), économisée sur les revenus publics. La Saxe et la Prusse, ne pouvant disposer des mêmes ressources, facilitèrent la formation de plusieurs compagnies en leur promettant leur appui. De toutes parts enfin on vit les gouvernements s'associer avec ardeur à cette nouvelle direction des idées et en favoriser l'application par tous les moyens en leur pouvoir.

L'Allemagne, de ce moment, se mit à l'œuvre avec une énergie peu commune. « La tâche était rude, dit à ce sujet un écrivain souvent cité par nous. Former des ingénieurs expérimentés, créer un personnel de conducteurs qui n'existait pas; façonner les ouvriers à une nature toute nouvelle de travaux ; décider les usines métallurgiques, si routinières jusqu'alors, à produire une série de machines et d'outils qu'elle n'avait jamais fabriqués: il fallait pourvoir à tout, acheter par une lutte de tous les instants contre les hommes le droit de lutter contre la nature. On y parvint à force de courage et d'activité » (M. Ed. Teisserenc, *Chemins de fer allemands*).

Ainsi donc c'est au prix d'efforts multipliés que l'Allemagne a acheté les 10,822 kilomètres qu'elle possède aujourd'hui. Ce qu'elle a fait alors qu'elle avait à surmonter tant de difficultés et d'écueils donne la mesure de ce qu'elle peut aujourd'hui qu'elle a pour elle, avec ces écueils et ces difficultés de moins, l'expérience et la force que donne la lutte, la confiance qu'inspire le succès.

§ 2.

DE LA SITUATION ACTUELLE DES CHEMINS DE FER DANS LES ÉTATS ALLEMANDS.

Les chemins de fer allemands, comme ceux d'Angleterre, n'ont pas été exécutés d'après un plan d'ensemble exécuté à l'avance. D'abord chaque Etat a travaillé pour soi, sans prendre souci des projets de son voisin. De ce travail isolé est sortie une œuvre nécessairement incomplète, mais qui cependant, et à part quelques lacunes, ne réclame plus que quelques efforts pour devenir féconde et constituer sur des bases solides la grande nationalité germanique.

Nous prendrons donc à part chacun des principaux Etats dont se compose l'Allemagne; nous tracerons en quelques mots l'ensemble des réseaux établis par chacun d'eux; puis, récapitulant toutes ces données, nous nous résumerons en présentant le tableau synoptique de l'étendue et de l'état actuel des chemins de fer dans toute l'Allemagne.

AUTRICHE.

Le système autrichien comprend quatre grandes lignes principales, ayant Vienne pour point central et tendant à se diriger :

La première, celle du Midi, sur Trieste par Gratz et Laybach.

La deuxième, celle du Nord, sur les frontières de Saxe par Prague, avec un grand embranchement qui, d'Olmutz, tend à se réunir à la grande ligne de la Silésie prussienne.

La troisième grande ligne autrichienne, celle de l'Ouest, se dirige sur Munich par Lintz.

Enfin la quatrième part de Vienne pour se diriger sur les confins de la Hongrie par Pesth et Debreczin.

Ces lignes se trouvent actuellement dans un état de construction plus ou moins avancé et que nous aurons à déterminer tout à l'heure.

Les deux premières lignes, celle du Nord et celle du Midi, ont pour objet d'assurer à l'Allemagne le transit du Midi au Nord, par la jonction de la mer Adriatique à la mer du Nord. Cette ligne immense, dont les trois quarts au moins sont ter-

minés ou en cours d'exécution, se dirige de Trieste sur Hambourg par Vienne, Prague, Dresde et Berlin. C'est là un fait d'une immense importance pour notre pays en ce qu'il tend essentiellement à faire de Trieste la rivale et la rivale heureuse de Marseille pour tout le commerce du Levant.

La troisième et la quatrième des grandes lignes autrichiennes ont pour but essentiel de mettre en rapport avec le reste de l'Allemagne les riches et inabordables contrées que traverse le Danube dans la partie inférieure de son cours. La Hongrie en effet possède d'immenses et gras pâturages, de riches champs de froment, de maïs et de riz, de vigoureuses plantations de chanvre et de tabac; elle possède de plus des vignobles d'une réputation européenne. Mais tous ces avantages se trouvent stérilisés par l'absence de voies de communication économiques. Aussi est-il constant que l'établissement de ces deux grandes lignes opérera en Hongrie une transformation comparable à celle que réalisent journellement dans le nouveau monde les railways qui conduisent du littoral de l'Atlantique aux fertiles mais désertes contrées de la région centrale.

Indépendamment de ces quatre grandes lignes et de leurs nombreux embranchements, l'Autriche possède un certain nombre de lignes secondaires, créées pour satisfaire à des besoins spéciaux, et dont la circulation se compose particulièrement des produits de l'exploitation des gîtes houillers de la Bohême et des mines de sel de la Gallicie.

Le tableau suivant, dressé sur de nouveaux documents, donne l'ensemble des principales lignes des chemins de fer exploités, en construction ou décrétés.

NOMS DES CHEMINS.	LONGUEUR totale.	LONGUEUR des parties achevées.
	kil.	kil.
De Vienne à Trieste (achevé jusqu'à Gratz). .	540	238
Chemin de fer du Nord.	800	306
De Vienne aux frontières de Bavière.	312	26
Chemin de fer de Hongrie.	500	136
De Venise à Milan.	305	31
De Vienne à Tirnau par Presbourg.	83	83
Embranchements divers.	38	38
De Gmuden à Lintz.	70	70
De Lintz à Budweiss.	124	124
De Budweiss à Pilsen.	160	—
De Pilsen à Prague.	106	54
De Budweiss à Prague.	114	—
Total.	3,152	1,106

Malgré les difficultés que présente généralement le sol, les lignes principales ont été tracées avec une grande perfection. Les travaux sont, comme on sait, exécutés par l'Etat, qui a racheté des compagnies la plupart des lignes primitivement construites. Ils sont poussés sans relâche, de manière à faire espérer, d'ici à peu d'années, leur complet achèvement.

L'Autriche s'occupe aussi avec activité de l'établissement d'une cinquième grande ligne. non en Allemagne, mais dans ses possessions d'Italie. La ligne de Venise à Milan, longue de 305 kilomètres, est à peu près terminée aujourd'hui. Agents civilisateurs et essentiellement pacifiques, les chemins de fer paraissent destinés à devenir entre les mains des possesseurs de l'Italie des instruments d'oppression. Par les lignes de Vienne à Trieste et à Milan, le cabinet autrichien pourra, au moindre symptôme de révolte des populations lombardes, impatientes de son joug, lancer avec rapidité des bataillons dans la haute Italie.

Ce qui paraît certain, c'est que l'importante mesure prise récemment par le gouvernement de racheter des compagnies et d'exploiter à son compte les grandes lignes de chemins de fer a été adoptée plutôt dans l'intérêt du *statu quo* politique

qu'en vue du bien-être des populations. Le progrès des idées libérales en Allemagne a, comme on sait, forcé les gouvernements de ce pays de donner à leurs peuples une apparence de représentation nationale ; l'Autriche seule jusqu'ici a su conserver intact le dépôt de l'absolutisme politique. L'apparition des chemins de fer en Allemagne a fait naître des sentiments et des espérances qui ne se rattachent pas uniquement à la question d'amélioration matérielle : cette vaste contrée attend aujourd'hui de l'action pacifique de ce puissant véhicule du progrès son affranchissement politique et social ; elle se berce, non sans quelque raison peut-être, de l'espoir que la circulation des hommes et des choses hâtera chez elle l'avénement des idées.

PRUSSE.

La Prusse se trouve relativement à l'exécution des chemins de fer dans des conditions différentes de l'Autriche. Des préoccupations à la fois stratégiques et commerciales ont présidé à l'établissement de ses grandes lignes, pour l'exécution desquelles elle a su trouver des compagnies peu exigeantes et entièrement disposées à se soumettre à l'accomplissement de ses desseins. Le gouvernement, inquiet de la position excentrique des provinces rhénanes et de leur proximité de la France, a voulu à tout prix les rapprocher de la mère patrie : une compagnie s'est présentée et s'est chargée d'opérer une grande partie de cette importante jonction. Les railways prussiens toucheront le Rhin par deux points différents : une première fois à Cologne, au centre même des provinces rhénanes ; une seconde fois à proximité de la France, à Franclort-sur-le-Mein, déjà relié à Mayence par le chemin de fer du Taunus. Une ligne de soixante lieues seulement, celle de Cologne à Minden, reste à achever pour compléter la première de ces jonctions. Mais l'établissement de la seconde rencontre de si grandes difficultés dans l'exécution des travaux que son achèvement ne semble pas prochain.

Le gouvernement prussien, après s'être mis en garde contre l'esprit envahissant qu'il prête à la France, a aussi cherché à se prémunir contre celui d'entre ses voisins qu'il redoute le plus, et à prévenir en même temps les germes d'insubordination qui ont éclaté à plusieurs reprises dans ses provinces nouvelles de l'Est. On peut attribuer en grande partie à cette double

influence l'établissement de la grande ligne qui, partant de Berlin, se dirige vers la Russie et la Pologne prusienne par Francfort-sur-l'Oder, Posen, Dantzig et Kœnigsberg. L'exécution de cette ligne immense se poursuit avec vigueur.

Trois autres grandes lignes sont exécutées ou en cours d'exécution. Les deux premières, celles de Berlin à Hambourg et de Berlin à Stettin, forment le complément de la jonction qui s'établit à travers l'Allemagne entre la mer du Nord, la mer Baltique et la Méditerranée. La troisième a pour objet principal de mettre en communication immédiate avec le reste du royaume les provinces les plus reculées de la Silésie et de rejoindre la grande ligne du Nord, construite par le gouvernement autrichien dans cette même direction.

Voici, en résumé, l'état actuel des grandes lignes prussiennes décrétées, terminées ou en construction :

NOMS DES CHEMINS.	LONGUEUR totale.	LONGUEUR des parties achevées.
	kil.	kil.
De Berlin à la mer Baltique par Stettin. . .	143	143
— aux frontières de Saxe.	151	151
— à Francfort-sur-l'Oder.	52	52
De Francfort-sur-l'Oder à Breslau.	257	257
De Breslau à la frontière autrichienne. . . .	210	78 (1)
— à la frontière de Saxe.	106	40 (2)
— à Fribourg en Brisgau.	57	57
De Berlin à Potsdam et à Magdebourg. . .	128	26 (3)
— vers Hambourg (partie prussienne).	281	—
De Leipzig à Magdebourg.	121	121
De Magdebourg aux frontières de Brunswick.	57	57
Provinces rhénanes.		
De Cologne à la frontière belge.	87	87
— à Boon.	32	32
De Dusseldorf à Eberfeld.	27	27
Total.	1,709	1,110

(1) De Brieg à Neiss, et de Lignitz à Sorau par Glogau.
(2) De Breslau à Sorau.
(3) De Berlin à Potsdam.

Il faut aussi classer au nombre des railways prussiens à la veille d'être concédés : 1° une rectification du chemin de Berlin aux frontières de Saxe, partant de Interbogk pour aboutir à Riesa, et dont le but est d'abréger considérablement la distance de Berlin à Dresde ; 2° le chemin de Cologne à Minden, dont la construction est commencée, et qui réunira le chemin de fer belge à tout le système allemand ; 3° le chemin de Lippstadt vers Cassel, et celui de Cassel à la grande ligne de Berlin à Dresde, par Eisenach, Weimar et Halle.

Une voie ferrée dont les travaux préparatoires sont déjà assez avancés, et qui a pour objet essentiel de faciliter les communications entre Berlin et les provinces de la vieille Prusse, doit compléter le vaste réseau des chemins de fer prussiens. Cette ligne se détachera, à Francfort-sur-Oder, du chemin de la basse Silésie, et se dirigera sur Dantzig et Kœnigsberg par Custrin, Landsberg et Driesen. De ce dernier point partiront deux embranchemnets, dirigés l'un sur Posen et l'autre sur Stargard en Poméranie, pour relier ces deux villes avec la Baltique par Stettin. De Posen part une autre ligne en cours de construction, et servant à réunir cette ville à celle de Glogau, qui est située sur la grande ligne de Silésie.

L'étendue de la ligne principale, les embranchements non compris, est de 490 kilomètres.

Le concours du gouvernement, dans l'exécution de ces différents chemins, s'est borné jusqu'à ce jour à deux subventions peu importantes opérées en faveur des compagnies des lignes de Berlin aux frontières de Saxe, et de Cologne aux frontières de Belgique. D'après un document récent que nous avons sous les yeux, le gouvernement paraîtrait disposé à entreprendre lui-même l'exécution des lignes qui viennent d'être énoncées et qui sont de la plus haute importance, dit l'auteur de ce document, en ce sens « qu'elles serviront de communication directe avec les pays étrangers, et qu'elles résoudront définitivement la question de savoir si, dans les circonstances actuelles, où les chemins de fer vont devenir les voies uniques des transports du commerce, il n'est pas convenable de les faire exécuter et administrer par l'Etat » (*Etat et Compte rendu des chemins de fer allemands*, par M. Beil, directeur du chemin de fer de Francfort à Mayence).

Le gouvernement prussien a paru frappé principalement des résultats sociaux que renferme la question des chemins de fer. L'esprit dominateur de Frédéric le Grand n'a pas cessé de présider à la conduite du cabinet de Berlin ; mais l'œuvre que le conquérant de la Silésie accomplissait avec son épée se pour-

suit aujourd'hui à l'aide de moyens pacifiques. Grâce à l'association douanière qu'elle a organisée, la Prusse a réussi à fonder dans le nord et l'occident de l'Allemagne un grand empire industriel et commercial dont elle est la tête. Evénement d'une haute portée! et qui prouve à l'évidence qu'il n'est aujourd'hui d'autre avenir pour les gouvernements comme pour les peuples que dans l'union par le travail.

BAVIÈRE.

La Bavière est le premier pays du continent qui ait possédé un chemin de fer desservi par la vapeur. Ce chemin est celui de Nuremberg à Furth, ouvert en 1834, et long de sept kilomètres seulement. Cependant, quelles que soient les petites proportions de cette première tentative, on peut affirmer que les merveilleux bénéfices qu'en ont recueillis ses auteurs (16 à 21 pour 100) n'ont pas peu contribué à imprimer à l'exécution des autres chemins de fer allemands le plus rapide essor. La ligne d'Augsbourg à Munich, qui fut construite peu de temps après, n'ayant point obtenu le même succès financier, fut rachetée par l'Etat, qui de ce moment a pris à sa charge l'exécution et l'exploitation des lignes principales.

Ce fait n'est pas le seul qui prouve que le gouvernement bavarois a su apprécier l'importance des voies de communication. C'est à ce gouvernement et, paraît-il, à l'inspiration du roi Louis, qu'est dû le seul canal important possédé par l'Allemagne. Le canal de jonction entre le Danube et le Rhin, un des rêves de Charlemagne, est aujourd'hui terminé, et donne lieu à une immense circulation de produits (1).

Le réseau des chemins de fer bavarois se compose de trois grandes lignes principales : l'une qui, traversant le royaume dans toute son étendue du midi au nord, part de Lindau sur le lac de Constance, et aboutit, par delà Hof, à la grande ligne prusso-saxonne, après avoir traversé Augsbourg, Donawerth, Nuremberg et Bamberg ; cette ligne, construite par l'Etat, est en grande partie ouverte. La seconde ligne traversera la Ba-

(1) Cette importante jonction met l'Allemagne en rapport avec tous les canaux de la Hollande, de la Belgique et de la France ; avec les ports de l'Océan, de la mer Noire et de la mer du Nord.

vière de l'est à l'ouest, de manière à ouvrir des communications sur Saltzbourg et sur Ulm, où elle rencontrera les railways de l'Autriche, du Wurtemberg et du grand-duché de Bade ; cette ligne, étudiée avec le plus grand soin et de la manière la plus complète, est sur le point d'être entreprise. La troisième grande ligne bavaroise est en cours avancé d'exécution ; elle se détache à Bamberg de la ligne de Lindau à Hof pour aboutir à Francfort-sur-Mein au vaste ensemble de railways dont ce point est le centre.

Le tableau suivant indique l'étendue totale de ces trois grandes lignes et celle des parties achevées et livrées à l'exploitation.

NOMS DES CHEMINS.	LONGUEUR totale.	LONGUEUR des parties achevées.
	kil.	kil.
De Lindau à Augsbourg.	140	—
D'Augsbourg à Nuremberg.	208	100
De Nuremberg à Hof (achevé jusqu'à Bamberg).	156	80
De Saltzbourg à Augsbourg, par Munich. . . .	185	69
D'Augsbourg à Ulm.	90	—
De Bamberg à Francfort-sur-Mein.	148	—
Embranchement sur Cobourg (partie bavaroise).	45	—
De Nuremberg à Furth.	7,6	7,6
De Bexbach à Manheim et à Sarrebruck. . . .	84	—
Total.	923	256

Cette dernière ligne, qui a été créée pour le service des gîtes houillers des environs de Sarrebruck, s'exécute par une compagnie à laquelle le gouvernement a accordé une garantie d'intérêt.

L'achèvement de toutes ces lignes se poursuit avec assez de vigueur. Le roi Louis y applique chaque année une somme considérable, sagement économisée sur sa cassette particulière et sur les revenus publics. Ce fait mérite d'être remarqué dans un temps où tant d'autres princes ne peuvent subvenir à leurs

dépenses et aux dépenses publiques qu'en augmentant démesurément le budget.

SAXE ET HESSE.

La Saxe et la Hesse, par les innombrables difficultés de leurs terrains, seront sans doute longtemps encore à se servir des anciens modes de communication, à moins que leurs gouvernements ne viennent en aide aux vœux des populations.

La Saxe, le pays le plus industriel de l'Allemagne, possède un sol peu fertile, si l'on en excepte la riche vallée de l'Elbe. Le gouvernement y est pauvre et endetté; aussi a-t-il dû recourir au système des compagnies pour l'exécution des trois lignes peu étendues qui composent son réseau de chemins de fer. L'une est la continuation de la grande ligne bavaroise de Lindau à Augsbourg et à Hof; l'autre établit la communication de Dresde à Berlin et à la mer du Nord, par le chemin de Leipzig, qui semble appelé à devenir un jour le nerf des communications à la vapeur de l'Allemagne. La troisième ligne se détache à Breslau du chemin de la basse Silésie, et vient rejoindre près de Hof, par Gorlitz et Dresde, la ligne bavaroise.

Les deux premières lignes sont en grande partie terminées. Une partie importante de la troisième, la section de Dresde à la frontière prussienne, par Gorlitz, vient d'être concédée à une compagnie moyennant la garantie d'un minimum d'intérêt.

La grande ligne prussienne de Lippstadt à Cassel traverse, dans toute sa longueur, le grand-duché de Hesse. Cet Etat, dont les ressources sont plus bornées encore que celles de la Saxe, n'a pu satisfaire aux exigences de sa situation qu'en s'adressant à des actionnaires qui ont pris à leur charge l'exécution de cette ligne, sur laquelle, du reste, les travaux ne se continuent que lentement. Cette ligne, qui d'Eisenach se dirige par Gotha vers deux villes fameuses à divers titres dans les fastes de l'ère impériale, Erfurth et Iéna, est connue sous la désignation de ligne saxo-thuringienne.

Le tableau suivant indique l'étendue actuelle des chemins de fer décrétés et exécutés dans les Etats limitrophes de Saxe et de Hesse.

NOMS DES CHEMINS.	LONGUEUR totale.	LONGUEUR des parties achevées.
	kil.	kil.
De Hof à la frontière prussienne par Leipzig, avec embranchement sur Zwickau.	144,5	144,5
De Leipzig à Dresde.	115	115
De Dresde à Gorlitz.	102	—
De Chemnitz à Riésa.	67	—
Ligne saxo-thuringienne jusqu'à Cassel.	198	—
De Francfort-sur-Mein à Heidelberg, prolongement des chemins de fer badois.	68	—
Total.	696,5	259,5

Cette dernière ligne s'exécute aux frais de l'Etat de Hesse-Darmstadt. Plusieurs autres lignes sont également projetées dans ces deux Etats. Les plus importantes sont celles qui se dirigent :

1°	De Bamberg à l'extrémité du canal Louis au Wéser, par Cobourg, Meiningen et Eisenach.	113 kilom.
2°	De Dresde sur Prague (partie saxonne).	45
3°	De Cassel à Francfort-sur-Mein.	144
4°	— à Lippstadt (partie hessoise).	45
5°	— sur Hanovre (id.).	10
	Total.	357 kilom.

Tous ces chemins, tracés à travers un pays montueux, rencontrent à chaque instant des difficultés de premier ordre. La circulation ne promettant pas d'être très-active, aucune compagnie ne se présente pour entreprendre ces travaux, qui resteront probablement à la charge des Etats intéressés. Ce fait est un des mille inconvénients de l'exécution par les particuliers, qui tout naturellement ne recherchent que l'exécution d'entreprises qui semblent devoir présenter des bénéfices suffisants.

Examinons maintenant comment le vaste système des chemins de fer allemands vient se terminer dans les petits Etats du Nord : le Hanovre, le Brunswick, le Mecklembourg et les villes hanséatiques. Nous aurons ensuite à résumer l'ensemble de tout le système.

ROYAUME DE HANOVRE ET DUCHÉS DE BRUNSWICK ET DE MECKLEMBOURG, VILLES HANSÉATIQUES.

Le principe rationnel de l'exécution et de l'exploitation par l'Etat a prévalu dans l'établissement des chemins de fer du royaume de Hanovre. Malheureusement les graves dissentiments politiques qui ont divisé dans ces dernières années le gouvernement et la représentation nationale ont contribué à neutraliser les heureux résultats qu'eût infailliblement produits l'adoption de cette mesure. Aujourd'hui cependant que le calme est à peu près rétabli, et que les corps législatifs ont accepté la loi sur les chemins de fer, soumise depuis plus de deux années à leur approbation, tout fait espérer que le temps n'est pas éloigné où le Hanovre occupera un rang distingué parmi les Etats allemands qui se sont occupés avec une si rare émulation à doter leurs territoires, chacun selon ses moyens, de ce puissant instrument de civilisation et de richesse.

La loi adoptée au commencement de l'année 1842 par la chambre législative du Hanovre autorise le gouvernement à mettre la main à l'œuvre avec l'argent du trésor, au moyen d'une émission immédiate de billets de caisse s'élevant à une valeur de 7,600,000 francs.

En même temps cette loi décrète l'établissement d'un réseau national ainsi composé :

1° D'un chemin de fer dirigé à l'est de Hanovre sur le duché de Brunswick, par Lherte, se reliant au chemin de Brunswick à Magdebourg ;

2° D'un chemin de fer dirigé à l'ouest sur Minden, formant le prolongement vers le Rhin de la ligne ci-dessus ;

3° D'un chemin de fer dirigé au nord de Hanovre sur Hambourg, par Lunebourg et Zell ;

4° D'un chemin de fer dirigé au nord-ouest de Hanovre sur Brême ;

5° Et enfin d'une petite ligne qui, partant du chemin déjà exécuté de Brunswick à Hartzbourg, se dirigera vers Goslar, et pourra servir de tête à la ligne sur Cassel.

La ligne de l'Est fut d'abord entreprise, et les travaux poussés avec tant de vigueur, qu'au bout de moins d'une année le chemin avait touché Lherte, pour être bientôt continué jusqu'à Brunswick, sur une étendue de 72 kilomètres. Les autres lignes, dont l'achèvement se poursuit avec une égale vigueur,

complèteront un magnifique ensemble de chemins de fer approprié aux besoins du pays, et dont on chercherait vainement un exemple aussi complet dans aucun autre Etat d'Allemagne.

Le duché de Brunswick, qui renferme à peine une population de 250,000 habitants, a été, malgré ses faibles ressources, un des plus ardents promoteurs de l'établissement des railways. Il en possède une étendue de 115 kilomètres, exécutés ou en cours avancé d'exécution.

Le Mecklembourg, dont le gouvernement, par suite d'une déplorable aberration d'esprit, s'était toujours opposé à l'établissement des nouveaux moyens de transport, est aujourd'hui traversé, sur une étendue de 74 kilomètres, par la grande ligne en exécution de Berlin à Hambourg et à la mer du Nord, et par un embranchement destiné à relier Weimar à Berlin par Schwerin et Boëtzenbourg.

Les villes hanséatiques ont été choisies pour extrémités de la plupart des lignes dont il vient d'être question. Mentionnons encore une ligne importante circonvoisine de ces républiques et appartenant au Danemark : celle d'Altona à Kiel, destinée à relier la mer du Nord et la Baltique. Cette ligne, longue de 106 kilomètres, est aujourd'hui livrée à l'exploitation.

Le tableau suivant a pour objet la récapitulation synoptique de ces différentes lignes.

NOMS DES CHEMINS.	LONGUEUR totale.	LONGUEUR des parties achevées.
	kil.	kil.
De Hanovre à Brunswick.	71,5	71,5
De Hanovre à Minden.	60,5	—
De Hanovre à Brême.	128	—
De Hanovre à Haarbourg.	176	—
De Hambourg à Bergedorf.	16	16
De Brunswick à Goslar.	58,4	58,4
De Brunswick à la frontière prussienne.	56,5	56,5
Partie mecklembourgeoise de la ligne de Berlin à Hambourg.	74	—
Chemin d'Altona à Kiel.	106	106
Total.	746,9	308

Avant de procéder à la récapitulation générale de toutes les lignes établies en Allemagne, il ne nous reste plus qu'à tracer en quelques mots l'étendue de celles que possèdent les Etats les plus voisins de notre frontière du Rhin.

Nous voulons parler du duché de Bade, du royaume de Wurtemberg et de la ville libre de Francfort-sur-Mein.

DUCHÉ DE BADE, ROYAUME DE WURTEMBERG, VILLE LIBRE DE FRANCFORT.

Comme le Hanovre, les Etats dont il nous reste à nous occuper ont appliqué leurs efforts pour se procurer des chemins de fer sans l'onéreux intermédiaire des compagnies. Déjà nous avons eu l'occasion de reconnaître (IIIe part., p. 430) que les chemins badois, malgré le prix élevé de leur construction, étaient des chemins de toute l'Allemagne ceux sur lesquels les transports se faisaient aux prix les plus modérés.

Le système des chemins de fer du grand-duché de Bade se compose du prolongement de la grande ligne qui de Cassel court au sud, traverse Francfort et Darmstadt, pénètre par Manheim et Heidelberg sur le territoire badois pour aller toucher le Rhin à Bâle. Cette ligne, terminée sur la plus grande partie de son étendue, a pour objet de faciliter les relations de l'Allemagne avec la Suisse et l'Italie. Une autre ligne, venant du Wurtemberg, et traversant du midi au nord ce royaume dans toute son étendue, part du lac de Constance à Friedrichshafen, touche à Ulm la grande ligne austro-bavaroise, et aboutit à Heidelberg après avoir traversé Stuttgard, capitale du royaume de Wurtemberg. Cette ligne réunira Vienne, Munich et Stuttgard, les trois capitales de l'Allemagne méridionale, pendant que d'un autre côté Berlin, Varsovie, Dresde et Hambourg se verront rapprochées par les nombreuses lignes de l'Allemagne du Nord.

Le réseau des chemins de fer de la ville libre de Francfort se compose d'une partie du chemin de cette ville à Manheim et de celui de Francfort à Mayence et à Wisbaden, en activité depuis 1840.

Voici le résumé de ces différentes lignes.

NOMS DES CHEMINS.	LONGUEUR totale.	LONGUEUR des parties achevées.
	kil.	kil.
Chemin de fer badois.	284	161 (1)
De la frontière badoise à Ulm, par Stuttgard.	120	—
D'Ulm à Friedrichshafen.	105	—
De Francfort à Mayence et à Wisbaden. . . .	42	42
Total.	551	203

(1) Sections de Manheim à Heidelberg, Carlsruhe, Kehl et Fribourg.

Maintenant, il ne nous reste plus qu'à opérer la récapitulation générale des lignes de ces divers Etats, et de présenter ensuite d'une manière générale la situation économique des grandes lignes de chemins de fer en Allemagne (1).

RÉSUMÉ GÉNÉRAL DE LA SITUATION ACTUELLE DES RAILWAYS ALLEMANDS.

En jetant un regard d'ensemble sur les données statistiques qui précèdent, on reconnait que le réseau des chemins de fer allemands satisfait entièrement les intérêts si variés des populations qu'il dessert, et qu'il réunit à la grande vallée centrale, celle du Danube, ce père des eaux de notre continent, les cinq vallées importantes du Rhin, de l'Elbe, de l'Oder, du Wéser et de la Vistule. Ce réseau rétablit ainsi au profit de l'Allemagne l'ancienne route continentale des Indes; il ouvre au

(1) Nous croyons devoir prévenir le lecteur que certaines lignes, dont la mise en exploitation est regardée comme très-prochaine et annoncée pour les premiers jours de l'année 1845, ont été rangées par nous parmi les chemins déjà achevés, et que nous avons omis, à dessein, un certain nombre de lignes dont les journaux ont annoncé la concession : plusieurs de ces annonces nous ont paru prématurées, et d'un autre côté l'étendue exacte de ces lignes ne nous est point parvenue.

produit du sol et des manufactures un écoulement facile vers la Méditerranée par Trieste et Venise, vers la mer Noire par Pesth et les lignes qui de toutes parts affluent au Danube, vers la mer Baltique par Dantzig et Stettin, vers la mer du Nord par Hambourg, Ostende et Anvers.

On conçoit dès lors l'immense développement que devra présenter un réseau destiné à desservir des communications aussi étendues. Si nous récapitulons les tableaux qui précèdent, nous verrons que l'Allemagne possède :

7,041 kilomètres de lignes concédées ou décrétées et dont l'exécution peut être regardée comme prochaine, et
3,241 kilomètres de lignes terminées et en pleine activité.

Total 10,282 kilomètres, formant l'ensemble du système des chemins de fer allemands au 31 décembre 1844.

Si nous cherchons à déterminer la part contributive de chaque Etat dans ce vaste ensemble, nous trouvons qu'elle se distribue de la manière suivante :

	LONGUEUR TOTALE des lignes décrétées.	LONGUEUR des parties exploitées.
Autriche.	3,152	1,106
Prusse.	1,709	1,110
Bavière.	923	256
Saxe et Hesse.	696	259
Hanovre, Brunswick, etc.	746	308
Wurtemberg, Bade, etc. .	515	203
Total. . . .	7,041	3,241

Toutes ces lignes ont été construites avec une économie rigoureuse : le caractère général des travaux d'art sur la plupart est, au dire des voyageurs, une extrême simplicité, qui n'exclut point une certaine élégance de formes et de proportions. Toutes, celles de Bade et Leipzig à Dresde exceptées, sont à simple voie avec gare d'évitement aux stations ; mais, dans la plupart des cas. les terrains ont été achetés et les travaux d'art préparés dans l'éventualité de la pose d'une seconde voie.

D'après un écrivain allemand, M. von Reden, qui a décrit avec assez d'étendue le système de chemins de fer de son pays, les dépenses moyennes ont été par kilomètre courant :

Sur 1 ligne,	de	400	à	450,000	francs.
1 —	de	300	à	350,000	
2 —	de	250	à	300,000	
7 —	de	150	à	200,000	
14 —	de	100	à	125,000	
8 —	de	75	à	100,000	
1 —	de	50	à	75,000	
2 —	de	25	à	40,000	
Et sur 1 ligne au-dessous de 25,000					

Au 31 décembre 1843, les chemins de fer, terminés sur une longueur de 2,800 kilomètres, avaient coûté 352 millions de francs ; ce qui porte en moyenne le kilomètre à 147,000 francs, c'est-à-dire à moins de la moitié de ce qu'ont coûté les chemins de fer français pris dans leur ensemble.

Ce résultat est d'autant plus remarquable, que les terrains à traverser ont présenté des difficultés très-grandes, que le prix de la main-d'œuvre a augmenté d'un tiers par suite de l'activité des travaux, et que le prix des rails et du matériel s'est généralement maintenu à des taux fort élevés. Malgré ces conditions défavorables, l'achèvement du réseau des chemins de fer allemands se poursuit avec une rapidité qui prouve l'importance que l'on y attache : huit millions d'ouvriers ont été employés à son achèvement pendant l'année 1844.

Jusqu'à ce jour, l'Angleterre et la Belgique ont été en possession du marché allemand pour la fourniture des rails et du matériel. Toutefois l'industrie nationale a fait depuis peu des progrès rapides, et tout fait espérer que le temps n'est pas éloigné où les mécaniciens et les maîtres de forges allemands produiront aussi bien et à aussi bon marché que leurs rivaux d'Angleterre et de Belgique.

§ 3.

DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER ALLEMANDS.

Mais, si l'établissement des chemins de fer allemands a eu lieu sous l'influence de conditions peu avantageuses, leur exploitation s'est trouvée dans des conditions plus défavorables encore. Avec une circulation extrêmement restreinte, les administrations ont été obligées de faire venir à grands frais de Belgique ou d'Angleterre leur coke et leurs ouvriers mécaniciens, et de se créer ainsi, au prix des plus grands sacrifices,

un personnel expérimenté. D'un autre côté, le prix des locomotives, que l'on achetait à l'étranger et jusque dans les Etats-Unis, subissait, par le fait du transport, une augmentation considérable.

Cette situation est à la veille de se modifier complétement. Au prix des plus grands efforts, les gouvernements de l'Allemagne sont parvenus à surmonter des obstacles qui, survenant ainsi au début d'une carrière nouvelle, étaient bien faits pour décourager une race d'hommes moins persévérante que la race germanique. De nombreux établissements de construction se sont élevés de toutes parts. Les principaux sont ceux de Borsig à Berlin, Kessler à Carlsruhe et Buchan à Magdebourg. Les constructeurs allemands ne font pas en général leurs locomotives d'après un système arrêté : elles ont tantôt des cylindres intérieurs et tantôt des cylindres extérieurs, et dont les proportions varient dans des limites étendues. Il y a aussi une différence considérable dans les prix, qui varient de 10 à 14 mille thalers (37,163 à 52,030 fr.), tender compris.

Quant au matériel des transports, on peut affirmer que l'Allemagne est en progrès sur l'étranger. Nulle part les voitures ne sont plus élégantes, plus commodes et si bien appropriées à tous les genres de service qu'on peut en exiger. Plusieurs perfectionnements dus à des mécaniciens allemands facilitent de plus en plus l'exploitation des chemins de fer, tout en améliorant d'une manière très-sensible les conditions de leur établissement.

Le tableau suivant indique quels ont été les résultats de l'exploitation des principaux chemins de fer allemands pendant l'année 1844.

Le chiffre peu élevé que présentent certaines lignes, telles que celles de Vienne à Gratz, de Gratz à Murzzuschlag, de Breslau à Lignitz, de la ligne de Silésie, du chemin d'Augsbourg à Donawerth, provient de ce que ces lignes n'ont été livrées à l'exploitation que dans les derniers mois de 1844.

***Résultats de l'exploitation des principaux chemins de fer allemands pendant l'année* 1844.**

DÉSIGNATION DES CHEMINS.	LONGUEUR en kilomètres.	NOMBRE de voyageurs.	QUINTAUX de marchandises.	RECETTES totales en francs.
AUTRICHE.				
Chemin de fer du Nord..........	306	664,730	1,950,332	4,218,841
De Vienne à Gratz.............	328	1,057,636	1,184,644	3,618,032
De Gratz à Murzzuschlag........	147	40,050	chiff. inc.	—
De Lintz à Budweiss............	133	15,158	669,329	871,590
— à Gmuden.............	70	133,937	884,758	740,883
De Venise à Padoue.............	31,7	336,388	—	640,109
PRUSSE.				
De Berlin aux frontières de Saxe.	156	352,346	653,710	3,069,872
— à Stettin..............	143	273,131	748,179	1,842,248
— à Francfort-sur-Oder...	82,6	232,557	302,239	1,334,106
— à Potsdam............	26,4	435,619	—	847,571
Grande ligne de Silésie..........	214	522,391	503,958	1,394,283
De Breslau à Lignitz...........	67,5	24,476	3,953	67,724
De Leipzig à Magdebourg........	121,7	685,953	1,375,421	3,138,616
De Magdebourg à Halberstadt....	59	220,618	399,444	606,158
BAVIÈRE.				
De Munich à Augsbourg.........	61	185,373	—	634,435
D'Augsbourg à Donawerth.......	30	8,314	—	10,238
De Nuremberg à Bamberg.......	76	70,387	—	297,642
— à Furth..............	7	479,446	—	144,040
SAXE.				
De Dresde à Leipzig.............	118	430,197	945,774	2,769,125
De Leipzig à Altenbourg........	40	217,189	432,575	808,095
HANOVRE, BRUNSWICK, ETC.				
De Hanovre à Brunswick........	67	135,554	191,827	355,518
De Brunswick..................	100	462,502	—	993,707
De Hambourg à Bergedorf.......	16,4	193,436	—	185,705
D'Altona à Triel...............	106	93,008	—	317,632
BADE ET FRANCFORT.				
Chemins de fer badois..........	161	1,450,257	—	2,300,178
De Mayence à Francfort-sur-Mein.	44	742,332	—	1,121,302
PROVINCES RHÉNANES.				
De Dusseldorf à Eberfeld.........	27	284,495	931,711	731,692
De Cologne à Boon..............	27,4	537,610	—	468,845
— à la frontière belge.....	87,4	374,564	2,755,600	2,455,440
Total.......	2,862,7	10,361,654		35,888,637

Pendant l'année 1843, le nombre des voyageurs ne s'était élevé qu'à 8,088,067 et le chiffre des recettes à 16,351,433 francs. L'augmentation annuelle a donc été pour les voyageurs de 2,373,587 francs et pour les recettes de 19,537,204 francs. L'accroissement du tonnage des marchandises, sur lequel nous ne possédons que des renseignements incomplets, a été non moins considérable.

Un fait dont on est frappé à l'inspection du précédent tableau, c'est le chiffre extrêmement faible de la circulation des voyageurs. Ainsi le chemin de fer de Berlin à Potsdam, qui peut être comparé à celui de Paris à Saint-Germain en France et à ceux de Londres à Greenwick et de Dublin à Kingstown, n'a porté que 435,619 voyageurs, tandis que les trois autres transportent annuellement de 12 à 16 cent mille voyageurs. Rapporté au parcours total, le mouvement des personnes sur le chemin de fer belge dépasse 210 mille voyageurs, tandis qu'en Allemagne ce chiffre ne s'élève guère au-dessus de 80 à 100 mille personnes.

Et cependant, avec cette faible circulation et malgré des tarifs très-modérés, les chemins allemands, pris dans leur ensemble, donnent presque autant de revenus que les chemins de fer anglais. Ainsi en 1843, avec leur recette brute de 12,000 francs par kilomètre courant, ils ont produit l'intérêt à quatre pour 100 des capitaux engagés dans leur construction, tandis que dans cette même période les chemins anglais, avec un produit par kilomètre courant *quatre fois plus considérable*, ont laissé un bénéfice qui ne représente pas cinq pour 100 du capital de construction (1).

(1) En 1843, les 2,336 kilom. anglais avaient coûté un milliard 370 millions de francs et produit 111 millions 200 mille francs, ce qui représente 46,300 fr. par kilom. courant, soit quatre fois environ le produit des chemins allemands. Ils ont coûté à exploiter 49 millions, et ont laissé un capital net de 62 millions, ce qui ne représente que 4 trois quarts pour 100 du capital.

Ce n'est là, on le conçoit, que la moyenne de l'ensemble des railways anglais. Ainsi, sur 325,000 actions de 2,500 fr. créées en Angleterre pour la construction des 36 principales lignes, la moitié donne plus de *six pour cent*, et un quart produit aux détenteurs un intérêt de plus de *dix pour cent*.

C'est là une grande et utile leçon pour les peuples enclins à enfreindre, dans la construction de leurs travaux publics, les lois d'une sévère et judicieuse économie.

§ 3.

INFLUENCE DES CHEMINS DE FER EN ALLEMAGNE.

Dans son remarquable travail sur les chemins de fer de l'Allemagne, M. Ed. Teisserenc apprécie à notre point de vue les grands résultats que ces voies nouvelles promettent à ce pays. On nous saura gré de reproduire les traits les plus saillants de cette appréciation.

« L'égalité n'existe aujourd'hui, dit avec raison M. Teisserenc, que là où tout homme actif et capable peut aspirer à la fortune, là où la richesse n'a d'autre source légitime. d'autre origine première que le travail. C'est par cette voie, essentiellement en rapport avec la douceur de leurs mœurs et leur éloignement pour tout ce qui ressemble à l'agitation, que les populations allemandes ont résolu de chercher la liberté et de conquérir leur émancipation politique. Frappées de l'état d'harmonie dans lequel vivent les populations de l'Union américaine, malgré l'étendue de ce pays, la diversité de ses intérêts et la question brûlante de l'esclavage, elles ont rêvé pour elles une situation analogue : leurs efforts, d'abord disséminés, ont pris sous la conduite de la Prusse un caractère imposant : la race germanique, naguère divisée, aujourd'hui reliée par les mêmes intérêts, se forme en faisceau et s'avance majestueusement vers l'unité.

» Pour faire une société politique de cette agglomération commerciale, deux conditions devaient être remplies : *à l'unité d'intérêt il fallait joindre l'unité de pensée et l'unité d'action*, c'est-à-dire qu'il fallait fortifier le pouvoir central, constituer une opinion nationale, organiser un système complet de voies de communication, lien nécessaire des sympathies naissantes, seule force de cohésion capable de former en un corps complet ces membres épars et d'y entretenir la circulation, c'est-à-dire la vie. La politique fanfaronne de M. Thiers, en terminant ce que la politique imprévoyante du ministère Villèle avait laissé commencer, a réalisé depuis 1840 la première de ces conditions : les peuples, aux premiers bruits de guerre, se sont

serrés autour de leurs princes, et ceux-ci autour de la diète ; un cri général s'est élevé contre l'invasion étrangère, et la pensée de constituer fortement l'union germanique, développée dans tous les esprits, a survécu aux circonstances extérieures qui l'avaient fait naître.

» C'est alors que les chemins de fer, essayés d'abord comme spéculation privée, ont pris, aux yeux des populations allemandes, un caractère tout à fait politique. Saisissant du premier coup d'œil les éléments de force, d'union, d'unité intellectuelle et morale, que l'on peut puiser dans l'établissement de ces grands moteurs de l'être et de la pensée, les peuples germaniques se sont épris pour eux d'une forte passion, d'un enthousiasme que n'ont pu refroidir les désastres financiers de plusieurs compagnies. Tout a été mis en œuvre pour faire pénétrer dans les masses le goût des chemins de fer, pour populariser l'intelligence de cette merveilleuse application de la vapeur au transport des hommes et des choses, et de son influence future sur la grandeur germanique. Le chemin de fer, disent-ils dans leur langage poétique, est un rédempteur nouveau descendu sur la terre pour racheter les peuples des fléaux de la guerre, de l'ignorance et du despotisme. Par sa sainte et puissante médiation, les Etats oublieront leurs vieilles querelles, les peuples se précipiteront les uns vers les autres et se confondront dans de pacifiques étreintes ; petits et grands s'allieront pour concourir à la puissance, au bonheur, à l'affranchissement de la communauté ! » (M. Ed. Teisserenc, *les Chemins de fer allemands*.)

Ces vagues espérances, cet enthousiasme, cette unanimité touchante, ne permettent pas de douter que l'Allemagne ne continue par l'union des sentiments la grande œuvre de régénération morale qu'elle a si bien commencée par l'association des intérêts. A cette heure 26 millions d'Allemands, formant une vingtaine d'Etats, ont, sous la conduite de la Prusse, abaissé les barrières fiscales, adopté une même monnaie, une seule unité de poids, et bientôt peut-être ils se résoudront à n'avoir plus qu'un seul système d'impôts, une même législation. Quel magnifique tableau que celui de cette reconstitution de l'unité germanique, que le génie et la puissance de Charles-Quint avaient échoué à restaurer. Ce qui n'avaient pu faire, ni la menace, ni la ruse, ni la violence, l'industrie l'accomplit en ce moment.

Grâce à elle, le morcellement de l'Allemagne a pour jamais disparu. Les chemins de fer compléteront l'œuvre du *Zollverein;* en activant la fusion déjà entamée entre les intérêts des Etats réunis par la même législation douanière, ils hâteront le moment où cette multitude de petites principautés enclavées dans les territoires de la monarchie prussienne iront se confondre dans son unité politique. Et l'on verra alors la suprématie de l'Allemagne, qui aujourd'hui s'échappe des mains débiles de la maison impériale, tomber entre celles des descendants du marquis de Brandebourg!

Quoi qu'il en soit, nous avons dû constater le fait immense qui s'accomplit en ce moment de l'autre côté du Rhin. La reconstitution prochaine de la nationalité germanique, opérée par l'intermédiaire des chemins de fer, est un élément qui devra désormais entrer dans les calculs des politiques européens.

CHAPITRE V.

DE L'ÉTAT ACTUEL DES CHEMINS DE FER DANS QUELQUES AUTRES PAYS D'EUROPE.

Empire de Russie. — Du Danemark. — De la Hollande. — De la Suisse. — De l'Italie. — Espagne et Portugal.

Nous aurons à compléter dans ce chapitre les détails qui précèdent, c'est-à-dire à examiner les systèmes de chemins de fer appartenant à la Russie, au Danemark et aux Pays-Bas. Ces systèmes en effet se rattachent au réseau allemand et lui servent d'auxiliaires importants, indispensables même, pour peu que l'on considère la position de l'Allemagne au centre de l'Europe.

Toutefois la nécessité où nous sommes de ne point donner une trop grande étendue à notre travail nous fera passer rapidement sur ce sujet. Nous arriverons ensuite à l'examen du système français, après avoir dit quelques mots des chemins de fer exécutés ou projetés dans les Etats méridionaux de l'Europe, l'Espagne, la Suisse et l'Italie.

EMPIRE DE RUSSIE.

Le bourreau de la Pologne paraît animé, sous le rapport des

améliorations matérielles, de sentiments plus conformes à l'esprit civilisateur de son époque que ceux dont il a fait preuve en mutilant et frappant au cœur ce malheureux pays. Par ses soins en effet se prépare ou s'exécute à travers la Russie un immense réseau de chemins de fer, qui contribuera à répandre dans cette contrée à demi barbare les rayons fécondants de la civilisation européenne.

L'actif concours de l'autocrate dans cette utile entreprise paraît devoir hâter le terme de son entier achèvement. Les chemins de fer en ce pays n'étaient point de nature à tenter l'ardeur spéculative des compagnies financières; car ils avaient à parcourir des contrées pauvres et mal peuplées; les ressources du gouvernement, d'un autre côté, n'étaient point assez considérables pour suffire à l'œuvre. Il fallait donc offrir à l'intérêt privé les avantages qui assurassent son concours dans l'exécution des travaux. A cet effet l'empereur, non content de garantir aux actionnaires un intérêt annuel de 4 pour 100, et de leur accorder gratuitement tous les terrains traversés faisant partie de ses domaines, a mis, sans aucune condition, à leur pleine disposition tous les bois et matériaux nécessaires à la construction des railways, tout en accordant la libre importation des rails et des machines locomotives, mesure qui du reste était conforme aux dispositions patriotiques des maîtres de forges et des industriels de l'empire (1).

Entraînés par l'exemple du maître, les seigneurs ont voulu concourir à l'exécution d'une œuvre de laquelle la Russie attend de si grands résultats : non contents de l'abandon gratuit de tous les terrains nécessaires à l'établissement du railway, ils ont consenti à se *dessaisir*, jusqu'à l'entier achèvement des travaux, d'une grande partie de leurs serfs, qu'ils ont mis à la disposition des compagnies, à la seule condition, pour ces dernières, de pourvoir au bon entretien du *dépôt* qui leur était confié (2).

(1) *V.* III[e] part., ch. I, p. 354.

(2) On évalue à plus de 25,000 le nombre de ces auxiliaires de nouvelle espèce. L'esprit se plaît à croire que chaque coup de pioche donné par eux brise un des anneaux de la chaîne qui les retient en servitude. Du reste, le même concours des seigneurs n'a point fait défaut au gouvernement, lorsque celui-ci, par un ukase particulier, dans lequel on

Les frais de construction seront couverts au moyen d'un emprunt de 200,000,000 de francs, négocié à l'étranger, au taux de 4 et demi pour 100, et cela indépendamment de l'emprunt de 32,000,000 de francs négocié en 1843. Ce nouvel emprunt n'a pu être conclu qu'à la condition d'être distinct, pour l'amortissement et les intérêts, des autres dettes russes.

Le système des chemins de fer de ce pays est composé de cinq lignes principales, décrétées ou en cours d'exécution.

La première, partant de Varsovie, en cours très-avancé d'exécution et exploitée en grande partie, rejoint le chemin de fer autrichien du Nord aux environs de Swiecim, et touche Cracovie par un embranchement spécial. Son étendue est de. . . . . 270 kil.

La deuxième ligne, qui n'est que le prolongement de la précédente vers Saint-Pétersbourg, n'est encore que décrétée ; mais l'importance de son but, qui est de faire communiquer la Russie avec tous les chemins de fer européens, doit faire considérer comme prochain le commencement des travaux. Son étendue n'est pas moindre de. . . . . . 1,100 kil.

La troisième ligne, celle de Saint-Pétersbourg à Moscou, dont nous venons de parler, est à peu près terminée sur un cinquième de son étendue, qui est de. . . . . 712 kil.

(D'après les journaux anglais, le czar aurait l'intention d'établir entre les deux mers une communication directe par Ostrow, Witepsk, Hogotshef, Kiew et Balta. Ce tracé

A reporter. . 2,082 kil.

s'étonne de trouver des vues sages et pratiques qui n'ont point encore triomphé chez nous (*a*), se fut décidé à entreprendre lui-même l'exécution de la ligne importante de Saint-Pétersbourg à Moscou. De plus, sur la section de Saint-Pétersbourg à Novogorod, section à peu près terminée aujourd'hui, tous les terrains ont été cédés gratuitement à l'Etat. La somme que cette œuvre de générosité nationale a économisée à ce dernier s'élève à plusieurs millions.

(*a*) Cet ukase, qui est du 13 février 1842, ordonne que le chemin qui doit réunir les deux capitales soit construit en entier aux frais de l'Etat, afin, dit ce document, « de conserver toujours entre les mains du gouvernement, et dans l'intérêt général des populations, une voie de communication si importante pour l'industrie et l'activité intérieure de l'empire. » Il se termine par une invitation aux propriétaires et industriels des districts situés entre les deux capitales de concourir par tous les moyens en leur pouvoir « à l'accomplissement d'une œuvre entreprise, avec la bénédiction de Dieu, pour le bien-être et la gloire de la Russie. »

Report. .	2,082 kil.
aurait 1,604 kilomètres. Toutefois, jusqu'à ce jour, aucune décision formelle n'est connue à ce sujet.)	
Le czar a accueilli avec une faveur marquée le projet du gouvernement autrichien de continuer jusqu'à Odessa le chemin de fer de Hongrie. L'exécution de ce projet mettra à la charge du gouvernement russe une étendue de chemin d'environ.	360 kil.
Un ukase de la fin de juillet 1843 concède à une compagnie l'autorisation d'établir entre le Wolga et la Duna un chemin de fer destiné au transport des marchandises seulement. Sa longueur est de. . . . . ,	170 kil.
Ce qui fait, pour l'ensemble des chemins de fer de Russie, une étendue totale de.	2,612 kil.

A cet ensemble on peut joindre le chemin de Saint-Pétersbourg à Tsarkoë-Selo et à Palowsk, long de 27 kilomètres et construit dans le système de voie de M. Brunel (1). Il a coûté 217,000 francs par kilomètre d'établissement, transporté en 1843 652,191 voyageurs, et produit à ses actionnaires un bénéfice net de 145,000 francs, soit plus de 6 pour 100 d'intérêt des frais d'établissement. Des immunités considérables ont été accordées à la compagnie pour son exploitation : la fixation du tarif pour les voyageurs et celui pour les marchandises est laissé à sa discrétion ; le gouvernement s'est interdit de faire aucune concession en concurrence pendant dix années ; la compagnie est en outre dispensée de tout impôt pendant le même laps de temps ; enfin la concession est perpétuelle.

Quant au mode de construction, il est à peu près le même que celui qui a prévalu dans les Etats-Unis, avec lesquels la Russie n'est pas sans quelque analogie. Il a été parlé ailleurs de ce système (2). L'exécution rapide et économique des chemins de fer en ce pays sera très-favorisée par suite de la facilité extrême des terrains traversés.

Les chemins de fer, sans aucun doute, seront, pour l'extension de la puissance moscovite, d'actifs auxiliaires, et de l'influence desquels la diplomatie européenne s'est déjà à bon droit préoccupée. La Russie, ce colosse si terrible dans son

(1) *V.* 1re part., ch. v, § 2.
(2) *V.* p. 354 à la note.

expansion au dehors, étreignant la Turquie de ses bras gigantesques, en même temps qu'elle impose *sa protection* à la Perse et qu'elle pousse ses éclaireurs jusque dans les profondeurs de l'Anatolie, la Russie reste faible intérieurement, parce qu'au lieu de former une nation compacte, elle n'est qu'un assemblage confus de populations presque étrangères l'une à l'autre, de villes sans lien, de nobles sans dignité, de serfs misérables et de bourgeois sans indépendance. Mais lorsque par l'effet irrésistible des chemins de fer un tel état de choses aura cessé, lorsque les relations plus fréquentes des populations entre elles leur aura donné ce sentiment de la dignité humaine, qui leur manque, et les aura réunies en un vaste faisceau, lorsque par la rapidité des communications l'unité nationale se sera substituée au confus assemblage que maintient à grand' peine aujourd'hui un inévitable despotisme, nous le demandons, quelles limites assigner à cette extension imprévue d'un mouvement progressif qui, depuis Pierre le Grand, est le caractère de la politique russe, et qui n'a cessé de se manifester avec ce calme irrésistible qui semble participer de la fatalité du monde physique? Comment, pour nous servir des expressions d'un historien, comment arrêter ce fleuve immense qui semble se reposer quelquefois, mais qui, toujours actif dans son apparente tranquillité, mine lentement les digues opposées à son passage, pour ne plus trouver ensuite d'obstacles à son déobrdement (1).

Sans doute le monde civilisé, malgré tous les efforts de la diplomatie de ses rois, serait en péril, ainsi que le prédisait Bonaparte, de rétrograder sous le sceptre des barbares, si l'ardente énergie des peuples et le sentiment de plus en plus assuré de l'avenir n'étaient la garantie d'une résistance que rien ne saura vaincre. Aujourd'hui déjà, qui ne voit que la Pologne, mutilée et dans les fers, s'élève encore, autant par son droit que par l'intérêt universel qu'elle inspire, comme le principal obstacle aux desseins de ses oppresseurs?

DU DANEMARK.

Le gouvernement de ce pays a fait preuve d'un désintéressement assez rare en concédant à une compagnie l'autorisa-

(1) Alp. Rabe, *Histoire d'Alexandre Ier*.

tion de construire entre Altona et Kiel, c'est-à-dire entre la mer du Nord et la Baltique, un chemin de fer qui réduira notablement le revenu considérable produit par les droits que le Danemark prélève de temps immémorial sur chaque navire traversant le détroit du Sund. Cette ligne, d'un intérêt si général, est livrée à l'exploitation depuis la fin d'octobre 1844. Son étendue est de 106 kilomètres.

Le gouvernement danois s'occupe en ce moment d'établir deux autres lignes non moins importantes. L'une, dans l'île de Seeland, ira de Copenhague à Elseneur, en traversant une étendue de 66 kilomètres; la seconde ligne traversera cette île dans le sens de sa plus grande largeur, et ira de Copenhague à Corsoër sur le grand Belt, en passant par Rothschild, Bingsteed et Slagelse; par elle, il sera possible de rétablir avec facilité des communications entre la capitale, le reste du royaume et les Etats européens pendant le temps assez long, où les glaces empêchent la navigation à vapeur dans la mer Baltique. L'étendue de cette ligne sera de 126 kilomètres environ.

Enfin le gouvernement danois s'occupe du soin de diriger vers chacune des villes de son duché allemand de Holstein des lignes d'embranchement qui les relieront à la grande communication établie entre Kiel et Hambourg.

En dépit de l'activité si grande du gouvernement de Danemark et des avantages chaque jour plus considérables que procure l'établissement des chemins de fer, un Etat voisin de celui dont nous nous occupons, la Suède, montre pour l'amélioration des communications de son territoire une indifférence dont on s'étonne à bon droit. Ce pays, dont les tendances progressives sont pourtant réelles, semble vouloir ne tenir aucun compte des travaux civilisateurs réalisés par les autres peuples : aucun chemin de fer n'est encore ni construit, ni à l'étude, dans ce royaume, qui, seul en Europe, avec la Turquie et les Etats du pape, jouit de ce triste privilége d'une immobilité complète au milieu du mouvement.

DE LA HOLLANDE.

L'initiative hardie prise par le gouvernement belge en décrétant l'exécution du chemin d'Anvers à Cologne devait exercer une influence défavorable sur la prospérité du com-

merce d'Amsterdam ; depuis dix années en effet, et en dépit des efforts de son gouvernement, la grande cité marchande du Nord voyait décroître rapidement de jour en jour, au profit exclusif du port d'Anvers, ses relations avec l'Allemagne. Empêcher le transit sur le réseau belge des marchandises de l'Allemagne méridionale était impossible ; mais on pouvait du moins s'approprier le transport des produits de l'Allemagne du Nord, en présentant à leur déplacement des avantages égaux à ceux que la ligne rivale pouvait offrir, et en unissant par un chemin de fer Amsterdam au Rhin.

Mais l'introduction des chemins de fer en Hollande, dans ce pays canalisateur par excellence, ne pouvait guère s'opérer sans rencontrer quelque résistance. Le projet ayant été présenté aux états généraux, cette assemblée refusa de le sanctionner (février 1838) ; mais le souverain, qui portait à l'établissement de cette ligne un vif intérêt, s'étant décidé à l'exécuter à ses frais et risques, les travaux commencèrent immédiatement. Cette ligne offre donc cette particularité qu'elle n'appartient ni à une compagnie ni à l'Etat : le roi en est lui-même l'entrepreneur au moyen d'un emprunt dont il garantit les intérêts.

Peu de temps après une compagnie, ayant construit un petit chemin de fer entre Amsterdam et Harlem, sollicita du monarque la faculté de le prolonger vers le sud du royaume. En conséquence l'arrêté royal du 3 mai 1841 décréta l'établissement d'un nouveau chemin de fer, destiné à mettre Amsterdam et Rotterdam en communication avec les réseaux prussiens et belges, par l'intermédiaire du canal Wilhelm. Une autre loi décida l'établissement d'une troisième ligne, partant de Maëstricht et se dirigeant par Aix-la-Chapelle sur le chemin de fer rhénan.

Les travaux de la première ligne, longue de 133 kilomètres, commencèrent dans les premiers mois de 1839, mais ils ne furent poussés qu'avec beaucoup de lenteur, par suite des nombreux travaux d'art qu'exigeait la traversée des canaux que l'on rencontrait à chaque pas. Le 6 décembre 1843 cependant eut lieu, sur une étendue de 36 kilomètres, l'inauguration de la partie comprise entre Amsterdam et Utrecht. En ce moment les travaux se poursuivent sur les autres sections.

La compagnie du chemin d'Amsterdam à Harlem ayant obtenu la concession du chemin de Harlem à Rotterdam par

la Haye, commença vers la fin de 1841 l'établissement de cette seconde ligne, d'une étendue totale de 85 kilomètres. Cette ligne est aujourd'hui terminée sur une longueur de 64 kilomètres (1). On annonce la formation d'une seconde compagnie hollandaise pour relier Utrecht au chemin de fer belge par Vianen, Gorcum et Breda.

Quant à la troisième ligne, celle de Maëstricht au chemin de fer rhénan, il paraît qu'une compagnie est en instance auprès du gouvernement pour en obtenir la concession. Son étendue sera de 21 kilomètres, ce qui porte à 259 kilomètres l'étendue totale du système des chemins de fer hollandais.

DE LA SUISSE.

Quatre lignes importantes sortant de France, du grand-duché de Bade, du Wurtemberg et de la Bavière, viennent aboutir aux confins de la Suisse. Ces lignes sont celles de Strasbourg à Bâle, de Manheim à la même ville, d'Ulm à Friedrichshafen et celle d'Augsbourg à Lindau sur le lac de Constance, lesquelles ne sont elles-mêmes, ou ne sont destinées à être que le prolongement des lignes projetées ou établies à travers la France et l'Allemagne. Il était donc important de continuer l'œuvre commencée en reliant ces quatre lignes par un chemin de Bâle à Zurich et à Constance.

Les études entreprises dans ce but ont démontré la possibilité d'établir ce chemin sans avoir à surmonter des difficultés sérieuses; dans ces derniers temps une société d'actionnaires s'est formée et a sollicité du conseil fédéral l'autorisation d'établir elle-même cette ligne. Mais cette société n'a pas persisté dans cette résolution et a fini par se dissoudre.

Espérons que l'on s'occupera des moyens de réaliser un projet dont l'exécution serait non moins favorable à la prospérité de la Suisse qu'importante pour la France. La ligne de Bâle au lac de Constance serait en effet, après l'achèvement

(1) Sur la portion exploitée qui s'étend d'Amsterdam à la Haye, la circulation de l'année 1844 a atteint le chiffre de 632,568 voyageurs et de 589,230 florins, soit 1 million 250 mille francs. Les tarifs sont de 12,5, 8 et 5 centimes par voyageur à un kilomètre.

de notre grande ligne de l'Est, la route directe de Paris à Vienne.

Les études entreprises ont constaté que l'étendue de cette ligne ne dépasserait pas 160 kilomètres.

DE L'ITALIE.

Parmi les Etats italiens qui possèdent des grandes lignes de chemins de fer ou qui paraissent s'occuper de leur établissement, on peut citer la Sardaigne, le grand-duché de Toscane et le royaume de Naples, dont nous parlerons successivement.

Nous laissons de côté la Lombardie, possession autrichienne, et dont il a été question au chapitre qui précède.

Sardaigne. Le gouvernement de ce pays a publié, dans ces derniers temps, un mémoire assez étendu sur l'ensemble des communications à vapeur dont il se propose de doter le pays. Les lignes à l'exécution desquelles on semble attacher la plus grande importance sont celles :

1° De Chambéry à Turin ;

2° De Turin à Alexandrie et à Gênes par la vallée du Tonaro ;

3° D'Alexandrie à Milan, par Pavie et la vallée du Pô.

Un embranchement se détacherait de cette dernière ligne, traverserait la Lomeline pour toucher à Novare et se diriger ensuite vers le lac Majeur.

Le monarque paraît s'intéresser d'une manière particulière à l'établissement des deux premières lignes, lesquelles ouvriraient entre la Méditerranée, la Suisse et l'Allemagne, une communication qui apporterait au port de Gênes une partie du transit qui se fait par Marseille. Aucune résolution n'a encore été prise pour leur exécution ; seulement on annonce que des ingénieurs belges ont été mandés par le gouvernement pour en diriger l'étude et le tracé : il résulte de travaux préparatoires que la traversée des montagnes de Gênes, regardée comme un obstacle presque insurmontable, ne rencontrera pas de difficultés sérieuses.

Lucques et Toscane. L'idée qui se présenta tout naturellement à l'esprit du gouvernement toscan fut de relier entre elles les deux riches cités de Florence et de Livourne. Deux projets furent en conséquence dressés par le célèbre ingénieur anglais

M. Stephenson : l'un qui partait de Florence et se dirigeait sur Livourne, par les villes industrielles de Prato, Pescia, Pistoja, par Lucques et Pise; l'autre qui, tracé par la vallée de l'Arno, et laissant de côté le territoire de Lucques, ne traversait que des contrées agricoles, où par conséquent le besoin de locomotion rapide se faisait moins vivement sentir que dans les contrées désignées dans le projet opposé. Mais ce tracé offrait sur le premier l'avantage d'un parcours moins long de 11 kilomètres, circonstance qui lui a fait obtenir la préférence. Toutefois, comme les partisans du tracé par Lucques n'ont point renoncé à réaliser leur projet; qui a reçu au contraire un degré très-avancé d'exécution, la Toscane voit aujourd'hui se renouveler la faute inexcusable commise à nos portes par la création concurrente des deux chemins de Versailles : deux lignes distinctes vont être appelées à desservir des besoins qu'une seule pourrait amplement satisfaire.

Voici quel est l'ensemble des chemins de fer de Toscane et de Lucques.

Le tronçon de Livourne à Pise, qui est commun aux deux tracés, est livré à l'exploitation depuis le 21 février 1844 sur une longueur de 21 kilom. L'ouverture du chemin de Pise à Lucques, qui fait partie du premier projet, est regardée comme prochaine. Les concessions nécessaires pour la prolongation de la ligne jusqu'à Brescia et Pistoie, l'entrepôt de tout le commerce des deux côtés de l'Apennin, ont été accordées. La distance de Livourne à Florence, par cette ligne, est de. . . . 106 kil.

L'étendue du trajet direct, par la vallée de l'Arno, n'est que de 95 kilomètres, soit à partir de Pise jusqu'à Florence. . . 74 kil.

Ce qui porterait l'étendue totale des chemins de fer de Toscane et de Lucques à. . . . . 180 kil.

L'exécution des chemins de fer du grand-duché de Toscane a lieu par le concours d'actionnaires auxquels des avantages considérables ont été accordés. La concession est de cent années. Les tarifs ne sont par kilomètre que de 10, 6, 8 et 4 centimes, selon les places; mais la densité de la population est considérable et permet d'espérer une circulation très-active. L'importation libre des rails et des locomotives est autorisée sans prélèvement d'aucun droit. La compagnie est tenue de payer la taxe foncière pour le terrain occupé par le railway ; mais cette taxe n'est prélevée que d'après la simple valeur que rapporteraient les terrains en les supposant livrés à l'agriculture.

Les ingénieurs de Toscane s'occupent activement des études

nécessaires pour la prolongation de ce réseau à travers l'Apennin, laquelle, au moyen des ressources que présente maintenant la science des chemins de fer, n'offrira aucune difficulté insurmontable. La traversée paraît devoir se faire dans la direction de Pistoie, où se trouve l'un des points les plus déprimés de la chaîne, et de là se prolonger vers le réseau lombardo-vénitien par Modène et Mantoue, afin de joindre Livourne à Milan et la Méditerranée à l'Adriatique.

Tel est en résumé l'ensemble du système des chemins de fer en Italie. A la vérité quelques autres lignes ont été établies dans le royaume de Naples, de cette ville à Nocera, à Castellamare et à Vitellino; mais tous ces travaux ne peuvent recevoir d'extension par suite de l'obstination, au moins singulière, que met le gouvernement pontifical à refuser les offres que lui ont faites à diverses reprises plusieurs compagnies, lesquelles consentaient à établir dans l'Etat de l'Eglise, à leurs frais et risques, une ligne de chemins de fer qui aurait réuni Naples aux railways du nord de l'Italie.

On sait du reste que tous les projets d'utilité générale présentés au pape, même à des conditions gratuites pour le trésor, ont toujours été systématiquement repoussés : il en a été ainsi de la demande en autorisation du creusement d'un canal navigable de Rome à la Méditerranée, de l'assainissement des marais Pontins, de la colonisation des déserts pestilentiels de la Campagne de Rome, etc., etc. Il faut que ce malheureux pays, qu'on travaille à ruiner, renferme en lui-même d'incalculables richesses pour n'avoir point encore succombé sous le faix d'une telle administration.

Avant de passer à l'examen du système général des chemins de fer français, il nous reste quelques mots à dire sur les lignes dont on prépare l'établissement dans la péninsule ibérienne.

ESPAGNE ET PORTUGAL.

De nos jours les lois providentielles du progrès ne guident plus assurément la marche du gouvernement espagnol ; cependant, sous le rapport des améliorations matérielles, de grands et utiles projets, élaborés depuis quelque temps, semblent destinés à une réalisation prochaine. Grâce au concours

plus ou moins intéressé des capitaux anglais, quatre grandes lignes de railways, ayant Madrid pour centre, doivent se diriger de la Méditerranée à l'Océan, en traversant, dans deux directions différentes, toute l'étendue du continent espagnol.

La première doit se diriger au nord de Madrid sur le port de Santander, par Ségovie et Burgos; la seconde formerait le prolongement de la précédente et se dirigerait sur Cadix, avec un embranchement sur Malaga par lequel l'Océan se trouverait relié à la Méditerranée; la troisième ligne, partant de Madrid, se dirigerait, au sud-est, sur Alicante, et la quatrième, au nord-est, sur Barcelone, pour de là être prolongée par Mataro et le littoral méditerranéen, sur la France par Perpignan.

Une cinquième ligne, d'un intérêt direct pour notre pays, paraît aussi devoir être établie; c'est celle qui réunirait le centre de l'Espagne et celui de la France en franchissant, vers le milieu de son étendue, la chaîne des Pyrénées. La partie de la France qui comprend les bassins de l'Adour, du Gave et de la Garonne forme, avec le département des Basses-Pyrénées, une vaste portion de territoire dépourvue entièrement des moyens de communication qui lui permettraient de tirer parti des richesses de son sol. Il n'y a aujourd'hui que deux routes entre la France et l'Espagne, la première par Perpignan, la seconde par Bayonne, côtoyant chacune l'une des extrémités de la chaîne qui s'abaisse devant la Méditerranée et devant l'Océan. Dans le long intervalle qui sépare les deux mers, les vallées s'arrêtent brusquement au pied de cette chaîne comme devant une muraille.

C'est cette muraille qu'il s'agit de franchir. En étudiant la topographie du pays, de savants ingénieurs ont reconnu la possibilité de mettre le système navigable qui s'étend de Marseille à Bordeaux et qui remonte le Lot, la Dordogne et le Tarn, en communication avec Balbastro ou Saragosse, points vers lesquels se concentreraient pour la France les relations commerciales des 4 cinquièmes de la Péninsule. La chaîne serait franchie par la vallée d'Ordessa au moyen d'un percement de 7 kilomètres, après lequel resterait encore une lacune qui serait franchie au moyen de plans inclinés.

Cette grande ligne procurerait au centre de la France, si délaissé jusqu'ici, les forces motrices nécessaires aux développements de son agriculture et de son industrie. Si elle s'exécute, le

mot de Louis XIV sera enfin réalisé : les Pyrénées s'abaisseront devant nous ; elles n'auront plus à envier aux Alpes un monument qui a jeté un brillant éclat sur le nom français, et qui, reproduit vers l'Espagne, offrirait à notre pays une gloire plus solide, puisqu'il assurerait dans l'avenir une alliance fondée sur ses véritables intérêts.

L'exécution d'une autre ligne, dirigée vers la France, se prépare activement ; cette ligne est celle de Barcelone à Mataro, dont les études viennent d'être terminées et dont la construction peut être regardée comme très-prochaine (1).

Le sénat espagnol, dans sa séance du 17 octobre, a créé définitivement une commission centrale des chemins de fer, ayant mission de prononcer sur les questions générales qui pourraient être soulevées par l'exécution des railways. Cette commission est composée du duc de Castro-Torreno, du marquis de Miraflores, de MM. Garelly, Taramon et Blavanietta.

Le Portugal semble ne point vouloir rester un des derniers à entrer dans les voies nouvelles que la civilisation est sur le point de s'ouvrir. On annonce que le gouvernement de ce pays a reçu favorablement la proposition qui lui a été soumise par plusieurs capitalistes de Lisbonne, réunis à des spéculateurs anglais, d'établir une ligne de railways de Lisbonne à Oporto par Santarem et Coïmbre. Les travaux de cette ligne, dont l'étendue est de 246 kilomètres, paraissent devoir commencer prochainement à être poussés avec vigueur, car le sol présente peu de difficultés d'exécution, et les fonds ne manquent pas. Quant aux conditions d'établissement, le gouvernement accorde une concession de cent années et un minimum d'intérêt jusqu'à entier achèvement de la ligne.

Nous voilà enfin arrivé à la dernière partie de notre travail, à l'examen de l'état actuel des chemins de fer français et du vaste système dont le titre I de la loi du 11 juin a décrété l'établissement.

(1) Les études de ce chemin sont dues à M. Locke, ingénieur anglais. On ne rencontrera d'autres difficultés de terrain qu'un court tunnel de 110 mètres et deux ponts pour la traversée de torrents. Son étendue est de 28 kilomètres. Le fonds social de la compagnie est de cinq millions de francs, dont un tiers seulement d'origine anglaise.

CHAPITRE VI.

DE L'ÉTAT ACTUEL DES CHEMINS DE FER EN FRANCE.

Historique de l'établissement des chemins de fer en France. — Texte officiel de la loi des chemins de fer. — Du classement et du tracé des grandes lignes. — Etat actuel en France des chemins de fer et des grandes voies de communication.

Les premiers chemins de fer établis en France, ceux de la Loire (1), sont antérieurs à 1830, et n'ont été créés qu'afin de faciliter l'exploitation des gîtes houillers de Saint-Etienne et de Rive-de-Gier. A cette époque, où les voies nouvelles n'étaient encore desservies que par des chevaux ou par d'informes machines, faibles de force et coûteuses d'entretien, on ne pouvait guère soupçonner l'énergique concurrence qu'elles allaient faire aux autres voies de communication; aussi les nouveaux chemins furent-ils reconnus comme *propriétés privées*, et, comme tels, appartenant à leurs fondateurs en toute propriété, et par conséquent à perpétuité. Le gouvernement n'intervint que pour autoriser l'expropriation des terrains. Le seul tarif dont il ait été question à cette époque fut imposé à la compagnie de Lyon à Saint-Etienne, et ne se rapportait qu'au transport des marchandises. Mais, lorsque plus tard les résultats de l'expérience du chemin de fer de Liverpool à Manchester eurent révélé le rang suprême que les chemins de fer allaient occuper dans l'industrie des transports, il fallut prendre des mesures particulières afin de faire face aux exigences d'une situation exceptionnelle et qui pouvait exercer une si grande influence sur les intérêts du pays.

C'est de ce moment que date l'origine de la législation des chemins de fer, dont nous avons essayé de donner un court aperçu. On avait reconnu que les voies nouvelles étaient aussi utiles au transport des voyageurs qu'à celui des marchandises; qu'elles pouvaient remplacer merveilleusement les voies de

(1) Ces chemins sont ceux, 1° de Saint-Etienne à Andrezieux, concédé à une société par actions le 26 février 1823; 2° de Saint-Etienne à Lyon, concédé par adjudication publique le 27 mars 1826; 3° et de Saint-Etienne à Roanne, concédé le 21 juillet 1828.

communication ordinaires, dont elles ne différaient que parce qu'elles ne pouvaient être exploitées qu'en monopole ; d'où résultait la nécessité de les faire rentrer dans le domaine public, de substituer à la propriété particulière et à la concession perpétuelle le principe de la concession à terme. On reconnut encore la nécessité de sauvegarder des abus du monopole et au moyen de l'établissement des tarifs, les intérêts généraux de la société.

C'est de 1835 à 1838 que la lumière commença à se répandre, quoique faible et incertaine encore, dans les replis nombreux qu'offrait la question des chemins de fer. Un ingénieur distingué (1), connu jusqu'alors dans le monde littéraire par des travaux justement appréciés, activa cette transformation des idées en fondant une société pour l'exécution aux portes de Paris d'un chemin de fer qui, en saisissant les esprits par un exemple matériel, a puissamment contribué à vulgariser les applications du nouveau mode de transport. Par ses beaux résultats, le chemin de Paris à Saint-Germain a donné l'impulsion d'où sont sorties les lignes de Montpellier à Cette, d'Alais à la Grand'-Combe, de Paris à Versailles, etc. Peu après, en 1837, furent concédés les chemins de Bordeaux à la Teste, de Mulhouse à Thann, et deux autres petites lignes devant servir à des exploitations particulières, celles d'Epinac et du Creusot au canal du Centre.

Jusqu'ici la concession de ces divers chemins avait eu lieu sans qu'il se fût encore agi de l'établissement des grandes lignes et du mode à adopter pour leur exécution. En 1833, il est vrai, un crédit de 500,000 fr. avait été alloué par les chambres pour l'étude d'un système général ; mais le gouvernement, préoccupé par les embarras de la situation et les troubles intérieurs, cessa de porter son attention sur cet objet : de sorte que c'est en 1837 seulement que la question de savoir à qui, de l'Etat ou des compagnies, serait confié l'établissement du réseau d'ensemble des chemins de fer français, a commencé à occuper les esprits.

Un publiciste distingué, membre du corps des ponts et chaussées (2), prit l'initiative de la discussion à la tribune de la

(1) M. E. Péreire.
(2) M. Vallée.

chambre des députés, et, tout en dévoilant les inconvénients du mode d'exécution par les compagnies, se montra pourtant disposé à l'établissement d'un partage des différentes lignes entre ces dernières et l'Etat. C'est alors que le gouvernement chargea une commission d'élaborer les bases d'un projet de loi à soumettre aux chambres dans la session de 1838. Avant de se séparer, l'assemblée décida :

1° Qu'il y avait nécessité urgente d'entreprendre les chemins de fer;

2° Que les lignes les plus importantes devaient être exécutées et possédées par l'Etat;

Et 3° que les embranchements et les lignes secondaires devaient être abandonnés aux compagnies.

Le projet de loi de la commission fut en effet présenté pendant les premiers jours de la session de 1838. Le gouvernement, conformément aux décisions de la chambre, proposait le classement d'un réseau général, dont toutes les lignes principales seraient exécutées par l'Etat, les embranchements et les lignes secondaires par les compagnies. Mais, par un revirement soudain, l'opinion de la majorité ayant changé entièrement dans l'espace de quelques mois, le projet du gouvernement se trouva rejeté à une grande majorité.

Deux sortes d'influences, les unes financières, les autres politiques, contribuèrent à ce rejet. Les hommes politiques de l'opposition avancée, voyant surtout dans les chemins de fer un moyen de gouvernement, un puissant levier pour agir sur les masses et développer les progrès de l'industrie et de la civilisation, n'hésitèrent pas à appuyer le projet du gouvernement; mais les hommes du centre gauche, craignant dans leurs défiances que le pouvoir n'abusât des moyens d'influence que cette vaste entreprise pourrait lui donner, refusèrent de lui confier l'exécution du réseau. La part des influences financières ne fut pas moins considérable, et cette considération, que l'exécution par l'Etat pourrait nuire à certaines opérations de bourse, paraît n'avoir pas été étrangère au vote de la chambre. Quoi qu'il en soit, c'est à cette triste victoire qu'il faut surtout attribuer le triste état de choses que nous déplorons tous, et le rang infime que la France occupe parmi les nations qui cherchent à accroître leur puissance et leur richesse par l'établissement des chemins de fer.

Le règne des compagnies financières fut, comme on sait, de peu de durée. Sur trois compagnies qui se présentèrent, celles d'Orléans, de Rouen par les plateaux, et de Strasbourg, les deux dernières se virent arrêtées à leur début, et la première ne put poursuivre avec sécurité ses opérations qu'après avoir obtenu du gouvernement la garantie d'un intérêt de 3 pour 100. Ce n'est que deux années après, et au moyen d'un prêt de trente millions fourni par l'Etat et d'une prolongation dans la durée des concessions, que ces compagnies se reconstituèrent et qu'elles purent mener à bonne fin les entreprises qui leur avaient été confiées (1).

Néanmoins, malgré l'impuissance reconnue des associations particulières, ni le gouvernement ni les chambres ne prirent de résolution pour sortir d'un état de choses si préjudiciable aux intérêts du pays. Durant quatre années, les agitations de la coalition et les événements sortis de la question d'Orient absorbèrent toute l'activité de nos hommes d'Etat. Enfin, le 7 février 1842, M. Teste, ministre des travaux publics, présenta aux chambres un projet de loi qui associait le gouvernement avec les compagnies pour l'exécution du réseau des chemins de fer. La discussion commença à la chambre des députés le 26 avril 1842 et se termina le 12 mai suivant. Le projet du gouvernement, après avoir reçu divers amendements qui n'en modifièrent que les dispositions sans en changer le principe, fut adopté à une majorité de 162 voix (*boules blanches* 245, *boules noires* 83).

C'est cette même loi, promulguée par une ordonnance du 11 juin 1842, qui nous régit encore aujourd'hui, et dont nous avons signalé les nombreux inconvénients. Nous en publions le texte, bien qu'elle soit loin d'être le terme de toutes les vicissitudes qu'aura subies en France l'adoption d'un système de grandes lignes de chemins de fer. Nous avons vu, en effet, qu'une loi nouvelle se propose de remettre aux compagnies

(1) Le chemin de Paris à Rouen, par les plateaux, avait été concédé pour 80 ans; ceux d'Orléans et de Strasbourg pour 70 ans. Mais, en 1840 et 1841, Orléans et Strasbourg sont portés par lois spéciales à 99 ans. La compagnie de Paris à Rouen, par la vallée de la Seine, s'étant substituée à celle par les plateaux, obtint la même faveur, indépendamment d'un prêt par l'Etat de 18 millions à trois pour 100.

financières, sans le concours de l'Etat, l'exécution et l'exploitation des chemins de fer. Cette loi sera présentée à la sanction des chambres dans le courant de la session de 1845.

Néanmoins, nous ne croyons pas inutile de rapporter le texte de la loi actuelle, laquelle a présidé à la concession de plusieurs grandes lignes importantes. On y trouvera non-seulement l'énoncé du vaste système de chemins de fer dont elle a décrété l'exécution, mais encore le mode financier suivant lequel cette exécution a eu lieu, et les ressources qui leur ont été immédiatement affectées.

Texte officiel de la loi du 11 juin 1842 *relative à l'établissement de grandes lignes de chemins de fer en France.*

TITRE Ier.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 1er. Il sera établi un système de chemins de fer se dirigeant :

1° De Paris

Sur la frontière de Belgique, par Lille et Valenciennes ;

Sur l'Angleterre, par un ou plusieurs points du littoral de la Manche, qui seront ultérieurement déterminés ;

Sur la frontière d'Espagne, par Tours, Poitiers, Angoulême, Bordeaux et Bayonne ;

Sur la frontière d'Allemagne, par Nancy et Strasbourg ;

Sur la Méditerranée, par Lyon, Marseille et Cette ;

Sur l'Océan, par Tours et Nantes ;

Sur le centre de la France, par Bourges.

2° De la Méditerranée

Sur le Rhin, par Lyon, Dijon et Mulhouse.

3° De l'Océan

Sur la Méditerranée, par Bordeaux, Toulouse et Marseille.

Art. 2. L'exécution des grandes lignes de chemins de fer définies par l'article précédent aura lieu par le concours de l'Etat, des départements traversés et des communes intéressées, de l'industrie privée, dans les proportions et suivant les formes établies par les articles ci-après.

Néanmoins ces lignes pourront être concédées en totalité ou en partie à l'industrie privée, en vertu de lois spéciales et aux conditions qui seront alors déterminées.

Art. 3. Les indemnités dues pour les terrains et bâtiments dont l'occupation sera nécessaire à l'établissement des chemins de fer et de leurs dépendances seront avancées par l'Etat et remboursées à l'Etat, jusqu'à concurrence des deux tiers, par les départements et les communes. Il n'y aura pas lieu à indemnité pour l'occupation des terrains ou bâtiments appartenant à l'Etat. Le gouvernement pourra accepter

les subventions qui lui seraient offertes par les localités ou les particuliers, soit en terrains, soit en argent.

Art. 4. Dans chaque département traversé, le conseil général délibérera, 1° sur la part qui sera mise à la charge du département dans les deux tiers des indemnités, et sur les ressources extraordinaires au moyen desquelles elle sera remboursée en cas d'insuffisance des centimes facultatifs ; 2° sur la désignation des communes intéressées et sur la part à supporter par chacune d'elles, en raison de son intérêt et de ses ressources financières. Cette délibération sera soumise à l'approbation du roi.

Art. 5. Le tiers restant des indemnités de terrains et bâtiments, les terrassements, les ouvrages d'art et stations, seront payés sur les fonds de l'Etat.

Art. 6. La voie de fer, y compris la fourniture du sable, le matériel et les frais d'exploitation, les frais d'entretien et de réparation du chemin, de ses dépendances et de son matériel, resteront à la charge des compagnies auxquelles l'exploitation du chemin sera donné à bail. Ce bail réglera la durée et les conditions de l'exploitation, ainsi que le tarif des droits à percevoir sur le parcours ; il sera passé provisoirement par le ministre des travaux publics, et définitivement approuvé par une loi.

Art. 7. A l'expiration du bail, la valeur de la voie de fer et du matériel sera remboursée, à dire d'experts, à la compagnie par celle qui lui succédera ou par l'Etat.

Art. 8. Des ordonnances royales régleront les mesures à prendre pour concilier l'exploitation des chemins de fer avec l'exécution des lois et règlements sur les douanes.

Art. 9. Des règlements d'administration publique détermineront les mesures et les dispositions nécessaires pour garantir la police, la sûreté, l'usage et la conservation des chemins de fer et de leurs dépendances.

TITRE II.

DISPOSITIONS PARTICULIÈRES.

Art. 10. Une somme de quarante-trois millions (43,000.000 fr.) est affectée à l'établissement du chemin de fer de Paris à Lille et a Valenciennes, par Amiens, Arras et Douai.

Art. 11. Une somme de onze millions cinq cent mille francs (11,500,000 fr.) est affectée à la partie du chemin de fer de Paris à la frontière d'Allemagne, comprise entre Hommarting et Strasbourg.

Art. 12. Une somme de onze millions (11,000,000 fr.) est affectée à l'établissement de la partie commune aux chemins de fer de Paris à la Méditerranée et de la Méditerranée au Rhin, comprise entre Dijon et Chalon.

Art. 13. Une somme de trente millions (30,000,000 fr.) est affectée à la partie du chemin de Paris à la Méditerranée, comprise entre Avignon et Marseille, par Tarascon et Arles.

Art. 14. Une somme de dix-sept millions (17,000,000 fr.) est affec-

tée à l'établissement de la partie commune aux chemins de fer de Paris à la frontière d'Espagne et de Paris à l'Océan, comprise entre Orléans et Tours.

Art. 15. Une somme de douze millions (12,000,000 fr.) est affectée à l'établissement de la partie du chemin de fer de Paris au centre de la France, comprise entre Orléans et Vierzon.

Art. 16. Une somme de un million cinq cent mille francs (1,500,000 fr.) est affectée à la continuation et à l'achèvement des études des grandes lignes de chemins de fer.

Art. 17. Sur les allocations mentionnées aux articles précédents, et s'élevant ensemble à la somme de cent vingt-six millions de francs (126,000,000 fr.), il est ouvert au ministre des travaux publics, sur l'exercice 1842, un crédit de :

Savoir :

Pour le chemin de fer de Paris à la frontière de la Belgique, dans la partie comprise entre Paris et Amiens.	4,000,000 fr.
Pour la partie du chemin de Paris à la frontière d'Allemagne, entre Strasbourg et Hommarting. . . .	1,500,000 fr.
Pour la partie commune aux chemins de Paris à la Méditerranée et de la Méditerranée au Rhin, entre Dijon et Chalon.	1,000,000 fr.
Pour la partie du chemin de Paris à la Méditerranée, comprise entre Avignon et Marseille.	2,000,000 fr.
Pour la partie commune aux chemins de Paris à la frontière d'Espagne et de Paris à l'Océan, entre Orléans et Tours.	2,000,000 fr.
Pour la partie du chemin de Paris au centre de la France, comprise entre Orléans et Vierzon.	1,500,000 fr.
Pour la continuation des études.	1,000,000 fr.
Total égal.	13,000,000 fr.

Et, sur l'exercice 1843, un crédit de :

Savoir :

Pour le chemin de Paris à la frontière de Belgique.	8,000,000 fr.
Pour la partie du chemin de Paris à la frontière d'Allemagne, entre Strasbourg et Hommarting. . . .	3,500,000 fr.
Pour la partie commune aux chemins de Paris à la Méditerranée et de la Méditerranée au Rhin, entre Dijon et Chalon.	2,000,000 fr.
Pour la partie du chemin de Paris à la Méditerranée, entre Avignon et Marseille.	6,000,000 fr.
Pour la partie commune aux chemins de Paris à la frontière d'Espagne et de Paris à l'Océan, entre Orléans et Tours.	6,000,000 fr.
Pour la partie du chemin de Paris au centre de la France, entre Orléans et Vierzon.	3,500,000 fr.
Pour la continuation des études.	500,000 fr.
Total égal.	29,500,000 fr.

TITRE III.

VOIES ET MOYENS.

Art. 18. Il sera pourvu provisoirement, au moyen des ressources de la dette flottante, à la portion des dépenses autorisées par la présente loi qui doivent demeurer à la charge de l'Etat ; les avances du trésor seront définitivement couvertes par la consolidation des fonds de réserve de l'amortissement, qui deviendront libres après l'extinction des découverts des budgets des exercices 1840, 1841, 1842.

TITRE IV.

DISPOSITION FINALE.

Art. 19. Chaque année, il sera rendu aux chambres, par le ministre des travaux publics, un compte spécial des travaux exécutés en vertu de la présente loi.

La présente loi, discutée, délibérée et adoptée par la chambre des pairs et par celle des députés, et sanctionnée par nous cejourd'hui, sera exécutée comme loi de l'Etat.

Fait au palais de Neuilly le 11 juin 1842.

Signé Louis-Philippe.

Vu et scellé, etc.

§ 1.

DU CLASSEMENT DES GRANDES LIGNES.

L'article 1er de la loi que nous venons de rapporter a pour objet le classement des grandes lignes qui doivent être établies sur notre territoire.

Après quelques essais, nécessairement incomplets, réalisés par l'industrie particulière, la France sentit bientôt le besoin de comprendre dans un classement légal les diverses lignes que réclamait l'intérêt général. On n'a pas hésité à choisir Paris pour point de départ de toutes les grandes lignes. Bien qu'il ne soit pas géographiquement au centre de la France, Paris doit être le grand point commun des relations internationales, car c'est de son sein que vient la vie intellectuelle, administrative, commerciale, industrielle. C'est à Paris qu'aboutissent les principales routes de terre; c'est de Paris que sortent toutes les lignes télégraphiques. Cette ville devait donc être le point de départ des grandes lignes de chemins de fer, à moins que la France n'eût voulu se dépouiller elle-même de la puissante centralisation qui fait sa grandeur et sa force.

Quant aux lignes réclamées par l'intérêt des localités, les voies nouvelles entraînent avec elles trop de dépenses de construc-

tions, de surveillance, d'administration, pour qu'on pût songer à les distribuer d'abord selon tous les besoins : on ne pouvait que déterminer la direction des lignes principales, de celles qui devaient satisfaire aux intérêts les plus généraux du pays et faire communiquer la France avec les Etats qui l'entourent.

Ainsi la première règle générale de classement pour nos grandes lignes, c'était de les diriger vers les frontières de terre et de mer, sur la Belgique, l'Allemagne, la Suisse, la Méditerranée, l'Espagne, l'Océan et la Manche.

Il y avait à choisir ensuite, pour extrémité de chaque ligne, un de ces points qui, par des circonstances naturelles ou politiques, sont devenus peu à peu de grands centres de populations agglomérées. Comme le faisait avec raison observer M. Dufaure, rapporteur de la commission nommée pour la présentation du projet de loi sur les chemins de fer, Lille, Strasbourg, Lyon, Marseille, Bordeaux, Nantes, sont comme les capitales des départements qui les environnent. Par conséquent, faire profiter ces grandes villes du bienfait des chemins de fer, c'est doter du même avantage toutes les parties du territoire qui sont dans le rayon de leur influence.

Tels sont les principes généraux qui ont présidé au classement des neuf grandes lignes qui composent le grand réseau des chemins de fer français.

Les trois premières de ces lignes établissent un lien commun entre les Etats constitutionnels de l'Europe, en réunissant à Paris Londres, Madrid et Bruxelles. En facilitant le développement de notre influence au Midi et au Nord, elles pourront devenir le lien matériel d'une alliance entre la France, la Belgique et l'Espagne, et conséquemment déterminer l'abaissement de l'influence anglaise dans la Péninsule.

La première de ces lignes met la France en communication directe, par le réseau belge, avec les chemins de fer de l'Allemagne ; par les nombreux rameaux qui s'en détacheront, tout le nord du pays se trouvera complétement desservi. Son classement par Valenciennes et Lille était indiqué par la nature même des choses et par celui précédemment adopté et exécuté par la Belgique avec laquelle il importait surtout de se mettre en rapport.

Par les embranchements dirigés de la ligne principale sur les principaux ports de la Manche et du Pas-de-Calais, une com-

munication sûre et rapide sera ouverte entre l'Angleterre et la France. Au sujet du classement de cette ligne, une vive discussion s'est engagée entre les deux ports rivaux qui depuis longtemps se disputent le passage des voyageurs d'Angleterre et de France. Boulogne, au nom de sa prospérité croissante, Calais au nom de l'abandon successif dans lequel elle tombe, réclamaient toutes deux et par de graves motifs d'être choisies pour tête principale de la ligne. On a donné satisfaction à ces deux intérêts divers, en décrétant qu'une double ligne se détacherait de celle de Belgique en se dirigeant, l'une d'Amiens sur Boulogne, l'autre de Lille sur Calais. Plus au nord se trouve un autre port que son importance faisait une loi de ne point délaisser : un embranchement partant de la ligne précédente reliera à Lille Dunkerque, le cinquième port commercial de la France et le grenier d'approvisionnement de tout le département du Nord.

En 1838, dans l'exposé des motifs du projet de loi pour l'exécution des chemins de fer par l'Etat, le ministre faisait parfaitement ressortir l'importance d'une communication facile et rapide entre la France et l'Espagne. « Lorsque, disait-il, ce pays, rendu à la tranquillité, pourra renouer avec la France les relations commerciales qui font en partie la richesse des départements méridionaux, alors quel résultat n'est pas appelé à produire un chemin de fer de Paris à Bayonne, qui permettra aux produits de notre industrie de se répandre à bas prix dans les provinces de l'Espagne limitrophes de nos frontières? Quelle influence cette voie nouvelle n'exercera-t-elle pas d'ailleurs sur les relations politiques des deux pays, relations qu'il est si nécessaire de multiplier et de rendre plus étroites dans l'avenir? » Ces considérations nous paraissent toujours aussi puissantes, et suffisent pour justifier le classement de notre troisième grande ligne.

Une ligne qui, traversant nos anciennes provinces de la Champagne et de la Lorraine, rattache au centre de la France l'industrieuse Alsace, qui, pouvant se porter facilement sur Metz par un embranchement, relie Paris et Strasbourg, qui établit une communication directe avec la tête de tous les chemins de l'Allemagne, ne pouvait être oubliée dans un classement général. Cette ligne est d'ailleurs la seule voie directe au moyen de laquelle nous puissions ouvrir au transit la route de

Munich et de Vienne et soutenir la lutte contre les chemins qui, d'Anvers et d'Ostende, traversent la Belgique : lutte toute pacifique, qui féconde et laisse derrière elle autre chose que la ruine et la destruction !

Les ports étant le marché sur lequel s'échangent les denrées d'outre-mer et les produits indigènes, leur prospérité dépend essentiellement de la facilité des voies de transport qui les font communiquer avec l'intérieur des terres. Par la ramification de Tours à Nantes sur la grande ligne de Paris à la frontière d'Espagne, et par l'établissement de la ligne de Paris à Brest par Rennes, on ouvre, sur l'Océan, aux produits des provinces de l'Ouest un débouché qu'elles réclament avec une impatience légitime; on étend le cercle des opérations de la place de Nantes (dont on ne peut se dissimuler la souffrance) en facilitant le transport vers cette ville des matières premières qui permettront à son industrie de prendre un développement nouveau (1).

Mais s'il est de l'intérêt du gouvernement d'entretenir dans toutes les parties du territoire l'équilibre de la vie, de ne pas organiser légalement, ici la pléthore, là l'étisie, cet intérêt devient un impérieux devoir quand le développement de la richesse est stimulé par l'application des deniers publics. C'est à l'application de cet équitable principe de justice distributive qu'est due l'exécution de la ligne qui, de Paris, se dirige sur le centre de la France. Si, en effet, on suit par la pensée la direction des lignes projetées à travers le pays, on s'aperçoit que celles de l'est du royaume et le chemin de Paris à la frontière d'Espagne sont séparés par un intervalle immense, large à peu

(1) Des reproches ont été formulés au sujet du classement de cette ligne, laquelle suit une direction desservie déjà par une grande voie de transport, par la Loire. Mais on sait combien est difficile la navigation de ce fleuve : perdue au milieu des sables mouvants qu'elle entraine, la Loire n'a souvent qu'une profondeur d'eau insuffisante pour les chargements les plus légers ; les déplacements continuels de son lit y rendent le halage impossible, et le remorquage par la vapeur ne peut s'y opérer qu'à des conditions tellement défavorables, que c'est à la voile que se font sur ce fleuve presque tous les transports de marchandises. C'est assez dire combien est lente et incertaine une navigation soumise au caprice des vents.

près de 100 lieues, et occupé par des départements très-peuplés, fertiles, industrieux, et qui seraient riches s'ils pouvaient disposer de meilleures voies de communication. La grande ligne du Centre coupant en deux cet intervalle, s'étendra jusqu'au pied des Pyrénées, où, par l'exécution du magnifique projet dont nous avons entretenu le lecteur au précédent chapitre, elle pourrait être mise en communication, par Saragosse, avec les contrées du centre de l'Espagne. Grâce à cette ligne, des régions qui, pendant des siècles, sont restées en arrière du mouvement général, seront associées à la prospérité des provinces situées aux extrémités du royaume.

La première grande ligne du réseau méditerranéen fournira à Marseille et à Lyon un moyen de communiquer avec la Suisse, l'Alsace et l'Allemagne du Nord, en même temps qu'elle mettra Paris, par l'embranchement de Dijon, en communication avec chacun de ces différents points. Marseille est le port où abordent les marchandises du Levant destinées à une grande partie de l'Europe; l'Allemagne, par sa ligne de Hambourg à Trieste, cherche à nous ravir ce précieux avantage, que la grande ligne dont nous nous occupons ne pourra nous conserver qu'en apportant à son exécution la plus grande activité.

Enfin la deuxième grande ligne du réseau méditerranéen, dirigée de Marseille sur Bordeaux, formera la jonction de la Méditerranée à l'Océan, mettra en relation intime nos deux principaux ports, et contribuera à rendre au dernier la splendeur qui l'abandonne. Cette ligne pourra jeter sur Tarbes et sur Perpignan deux embranchements qui compléteront la communication de la France avec l'Espagne, au grand avantage des deux pays.

A ce vaste ensemble de communications rapides, décrété par les chambres dans les dernières sessions, doit être ajoutée la grande ligne de Paris à la mer par le Havre, exécutée entièrement par l'intérêt privé et qui, comme telle, n'a pu trouver place dans la classification du réseau légal. La ligne de Paris au Havre est la réalisation du fameux projet de *Paris port de mer*, qui absorba si vivement la sollicitude du gouvernement impérial. Par elle, en effet, Paris intervient dans la navigation maritime de la Seine, en augmentant considérablement la prospérité du Havre et de Rouen que l'exécution du projet eût anéantie, et sans diminuer en rien les avantages que la capi-

tale de la France et la France elle-même étaient en droit d'attendre de l'établissement d'un canal maritime. Paris est maintenant à trois heures de Rouen ; il sera bientôt à cinq du Havre, et alors sera accomplie cette parole si célèbre de Napoléon : « Paris, Rouen et le Havre sont trois quartiers d'une même ville dont la Seine est la grande rue. »

Tels sont les éléments et les avantages généraux du vaste système de chemins de fer dont la France s'applique enfin à activer la construction et sur la direction duquel le gouvernement et les intérêts du pays se sont généralement trouvés d'accord. Dans ce classement, Paris, on le voit, est assimilé à un vaste océan de consommation, vers lequel viennent aboutir, de toutes es directions, six grands fleuves, accrus de nombreux affluents. C'est qu'en effet Paris n'est pas seulement le centre moral et intellectuel de la France, il est encore la première ville industrielle et commerciale du royaume, en même temps que le foyer rayonnant d'une immense population dont les relations avec le reste du pays sont des plus actives. Ce choix du reste était déterminé par les nécessités de cette centralisation qui fait la force des gouvernements modernes : c'est ainsi que, sans y être contraints et comme par une nécessité naturelle, c'est à Londres que sont venus aboutir tous les railways anglais ; de même c'est aux grandes capitales de l'Allemagne que viennent aboutir les principaux chemins de fer de ce pays.

Autrefois on s'attachait, afin d'arrêter les invasions guerrières, à ne communiquer que par des routes impraticables avec les Etats voisins. Aujourd'hui que le fléau de la guerre a cessé de peser sur les peuples, on cherche au contraire à faciliter les relations avec les pays étrangers : les grandes capitales se rapprochent, les échanges se multiplient, toutes les parties du territoire sont mises en communication immédiate avec des peuples dont elles n'avaient jamais connu les produits et à qui elles ne pouvaient proposer leurs échanges. Le Havre, Nantes et Bordeaux sont les trois grands ports qui s'ouvrent pour recevoir les produits expédiés par les deux Amériques pour le continent européen, tandis que Marseille reçoit ceux de l'Orient, et que nos frontières de terre s'abaissent pour livrer passage aux produits destinés aux exportations maritimes.

§ 2.

DU TRACÉ DES GRANDES LIGNES.

Mais nos grandes lignes de chemins de fer ne sont pas seulement destinées au service de nos relations internationales; elles doivent aussi, et par-dessus tout, desservir les relations intimes des populations de l'intérieur.

Sans aucun doute, les grandes lignes, sous le rapport politique et social, sont appelées à exercer une immense influence sur l'avenir des peuples; mais, quand on borne son examen à la partie purement économique, quand on le circonscrit dans l'étude des éléments qui doivent aider à constituer le bien-être immédiat de toutes les classes, on arrive à reconnaître combien il importe que le tracé même des grandes lignes soit calculé de façon à satisfaire les besoins et les mouvements de l'intérieur autant et même plutôt que les exigences des voyageurs et du commerce étranger.

Ce n'est en effet que par la somme des intérêts qu'un chemin de fer met en mouvement, des relations qu'il crée ou qu'il multiplie, que se mesure son degré d'importance et d'utilité. Or, il est évident que l'on a singulièrement exagéré les avantages que la France retire du passage qu'elle donne, sur son territoire, aux marchandises étrangères, et que le *transit*, en un mot, ne doit occuper qu'un rôle secondaire dans l'ensemble des services que rendront les voies nouvelles. C'est donc, en résumé, par la richesse, la population et les besoins de déplacement des localités traversées, plutôt que par l'importance des points extrêmes, que peuvent être appréciés l'avenir et la prospérité des grandes lignes dont nous venons de déterminer le classement.

Mais si le classement de ce vaste réseau a paru satisfaire entièrement l'opinion et les grands intérêts du pays, le même accord est loin de régner, quant au tracé que ces lignes devront suivre et aux localités qu'elles devront desservir. Lors de la présentation de la loi aux chambres, aucune des considérations qui se rattachent à cette question essentielle n'avait été l'objet d'une étude comparative et suivie; de là les nombreuses et justes réclamations survenues de divers points au sujet du tracé si lestement décrété par les chambres. Il eût fallu, ainsi que l'a fait judicieusement observer un économiste célèbre,

avant de déterminer aucun des points intermédiaires à suivre par les différentes lignes du réseau, « qu'une commission spéciale, organisée longtemps à l'avance, s'entourât à loisir de tous les renseignements que l'autorité et tous les citoyens auraient pu lui fournir ; que dans une enquête solennelle ouverte à Paris et dans quelques-unes des principales villes, elle eût interrogé les négociants, les agriculteurs, les chefs des divers services publics, les militaires, etc. ; posé des questions aux chambres de commerce, au conseil des ponts et chaussées, au comité du génie militaire ; qu'elle eût consulté les corps savants. Elle aurait eu à s'enquérir de l'influence qu'une entreprise aussi vaste que celle du réseau tout entier pourrait exercer sur le prix des matières, telles que le fer et le bois, et sur celui de la main-d'œuvre et des moyens d'empêcher une variation trop brusque ou trop considérable dans le prix des matières premières, etc., etc. » (M. Chevalier, *Intérêts matériels.*)

Malheureusement toutes ces questions restaient encore à approfondir ou à élaborer lors du vote de la loi de 1842, et, malgré l'établissement de la *Commission supérieure des chemins de fer* (juillet 1843), on n'a pas encore procédé à leur égard avec la sagesse et la sollicitude sur lesquelles le pays est en droit de compter. Toutefois cette commission, principalement composée d'hommes spéciaux, ne peut qu'exercer sur la question des chemins de fer une salutaire influence, en ce qu'elle pourra faire connaître au pays des vérités qui se défiguraient sous l'action des influences parlementaires. Il est à désirer seulement que l'on profite de l'expérience du passé, et que dorénavant l'on soumette aux décisions de cette assemblée la détermination de tous les tracés encore en litige.

Pour le moment, nous nous bornerons à faire connaître en deux mots le tracé général adopté par les chambres pour un certain nombre de nos grandes lignes, en continuant l'ordre suivi pour la détermination du classement.

La ligne de Paris à la frontière de Belgique part, à Paris, du vaste enclos de Saint-Lazare, passe entre la maison de Seine et le canal Saint-Denis, suit la vallée de Montmorency, et franchit le col de Pierrelaye pour descendre dans la vallée de l'Oise ; elle franchit l'Oise, suit jusqu'à Creil la rive droite de cette rivière, et prend la vallée de la Brèche, qu'elle suit jusqu'au delà de Clermont. De là, la ligne se prolonge sur

la vallée de l'Aré, franchit le faîte qui sépare le bassin de l'Oise et celui de la Somme, et prend, avant Montdidier, le Dom, et ensuite l'Avré, qu'elle ne laisse plus qu'à Amiens, d'où se détache la ligne d'embranchement sur Boulogne. D'Amiens la ligne se prolonge sur la vallée de Miraumont, franchit le point de partage des bassins de la Somme et de l'Escaut, traverse Arras, Douai, et arrive à Lille, où elle se rejoint au réseau des chemins de fer de Belgique. Son étendue est de 305 kilomètres.

La ligne de Paris sur l'Angleterre se compose, on l'a vu, de deux embranchements qui se détachent de la ligne de Belgique à Amiens et à Lille pour se diriger sur Boulogne et Calais, et d'un sous-embranchement partant du chemin de Lille à Calais et se dirigeant sur Dunkerque. La ligne d'Amiens à Boulogne suit la rive droite de la Somme jusqu'à Abbeville, traverse l'Authie et la Canche à peu de distance de leur embouchure, et rejoint les deux ports d'Etaples et de Boulogne. — L'embranchement de Lille se dirige sur Hazebrouck, point de départ de l'embranchement sur Dunkerque, traverse la rivière de l'Aa, passe à Saint-Omer, et atteint Calais en longeant le canal qui fait communiquer cette ville avec l'Aa. La longueur totale de ces trois embranchements et sous-embranchement est d'environ 271 kilomètres.

La ligne de Paris à la frontière allemande partira, à Paris, du boulevard Contrescarpe, suivra le cours de la Marne, traversera à Meaux cette rivière, et desservira les villes de Château-Thierry, Epernay, Châlons-sur-Marne, Vitry-le-Français, Bar-le-Duc, Toul, Nancy, d'où partira, en longeant la rive gauche de la Moselle, un embranchement sur Metz, et elle viendra ensuite se réunir à la ligne de Strasbourg à Bâle dans la première de ces deux villes, après avoir traversé, depuis Nancy, Lunéville, Sarrebourg et Saverne. L'étendue de cette ligne, avec ses embranchements, est de 586 kilomètres.

Celle de Paris à la frontière d'Espagne part, à Paris, boulevard de l'Hôpital, et se dirige par Orléans et Blois sur Tours, d'où se détache la ligne qui, suivant la rive droite de la Loire, dessert Nantes, après avoir touché Angers. De Tours la ligne principale se dirige, par Châtellerault, Poitiers et Angoulême, sur Bordeaux, où elle communique avec le railway de cette ville à la Teste. De Bordeaux cette ligne doit se diriger sur Bayonne et la frontière d'Espagne, après avoir traversé une

étendue de 610 kilomètres, non compris la ligne de Tours à Nantes, longue de 192.

Le tracé de la ligne de Paris sur le centre de la France n'est encore déterminé que sur une partie de cette ligne qui se détache à Orléans de celle de Paris à Bordeaux, et se dirige sur Limoges et Châteauroux par Vierzon, où débouche un embranchement venant de Bourges et de Nevers. L'étendue classée est d'environ 230 kilomètres.

La ligne de Paris à l'Océan par Rennes a pour tête, à Paris, les deux chemins de Versailles, aujourd'hui réunis sous une commune administration. De Versailles cette ligne se dirige sur Chartres, et atteint Rennes, limite extrême de sa partie tracée, par le Mans et Laval. L'étendue de la partie classée s'élève à 74 kilomètres.

La ligne de Paris au Havre, exécutée par l'intérêt privé et en vertu d'une législation particulière, a une étendue totale de 217 kilomètres. Elle parcourt la vallée de la Seine jusqu'à Rouen, et atteint le Havre par les plateaux de la basse Normandie. Cette ligne, qui s'embranche sur le chemin de Paris à Saint-Germain, part à Paris de la rue Saint-Lazare, et dessert, indépendamment des deux points extrêmes, les villes de Mantes, Louviers, Rouen et Yvetot.

Le réseau méditerranéen est composé, comme nous l'avons dit, de deux grandes lignes ayant Marseille pour centre, et se dirigeant, la première sur le Rhin, la seconde sur Bordeaux.

La première de ces lignes part de Marseille, et suit jusqu'à Lyon la rive gauche du Rhône : Arles, Beaucaire, Avignon, Vienne et Valence sont les principaux points desservis entre ces deux villes. C'est à la deuxième de ces villes intermédiaires qu'aboutit le réseau des chemins de fer du Gard, composé des chemins d'Alais à Nîmes, et de cette ville à Montpellier, à Cette et à Beaucaire. A Lyon vient déboucher le réseau des chemins de fer de la Loire, destiné à mettre la ligne dont nous nous occupons en communication directe avec le chemin de fer du Centre, et qui est composé des lignes de Lyon à Saint-Etienne et de cette ville à Roanne, par Andrézieux. — De Lyon la ligne rhéno-méditerranéenne remonte la rive droite de la Saône par Mâcon jusqu'à Châlons, d'où elle se dirige sur Dijon, où vient aboutir la grande ligne de communication de Paris à Marseille. De Dijon la ligne venant de Marseille se dirige sur Mulhouse,

après avoir touché Besançon, Baume-les-Dames, Montbéliard et Altkirch, et parcouru une distance totale de 558 kilomètres.

La partie méridionale du réseau des chemins de fer du Gard sert de tête à la seconde ligne du réseau méditerranéen. De Cette la ligne de Marseille à Bordeaux se dirige sur cette dernière ville par Béziers, Carcassonne, Castelnaudary, Villefranche, Toulouse et Montauban. Sa longueur totale est d'environ 500 kilomètres.

Les tableaux qui suivent compléteront ces indications sommaires.

§ 3.

ÉTAT ACTUEL EN FRANCE DES CHEMINS DE FER ET DES GRANDES VOIES DE COMMUNICATION.

Nous trouvons dans le journal *la Presse*, un travail remarquable de M. Teisserenc sur l'état actuel des chemins de fer de France et des grandes voies de communication. Ce travail embrasse sous différents points de vue l'ensemble des routes ordinaires, des canaux, des fleuves et rivières et des chemins de fer exploités ou en construction à la fin de l'année 1844. Nous ne pouvons mieux faire que de donner un résumé succinct de ce travail, à l'exactitude duquel on doit ajouter la confiance que nous commandent le talent éprouvé et les patientes recherches de son auteur. Ce document n'est pas seulement curieux et utile à consulter ; il ressort encore, de son ensemble et des observations qui l'accompagnent, des enseignements qu'il importe de recueillir et que nous indiquerons successivement.

Le tableau n° 1, indiquant la répartition foncière, nous a paru présenter assez d'intérêt pour devoir être reproduit en entier, malgré son étendue. Toutes les longueurs inscrites sont la répartition entre les divers départements des différentes espèces de voies de communication, comparativement à leur population, à leur superficie imposable, et à la cote payée par eux pour principal de la contribution foncière.

NOMS des DÉPARTEMENTS.	POPULATION des DÉPARTEMENTS.	*SUPERFICIE IMPOSABLE des départements. — Hectares.	PRINCIPAL de la contribution foncière. COTE moyenne par hectare.	ROUTES ROYALES à l'état d'entretien.
Ain..............	355,694	567,151	1,89	419
Aisne............	542,213	700,048	3,12	611
Allier............	311,361	662,710	1,78	440
Alpes (Basses-)....	156,055	610,760	0,89	222
Alpes (Hautes-) ...	132,584	426,394	1,06	356
Ardèche..........	364,416	514,698	1,43	452
Ardennes.........	319,167	483,667	2,09	376
Ariége...........	265,607	404,220	1,22	253
Aube	258,180	566,547	2,08	377
Aude'............	284,285	571,043	2,55	307
Aveyron.	375,083	858,431	1,54	572
Bouches-du-Rhône.	375,003	481,681	1,81	283
Calvados.	496,198	536,856	6,09	435
Cantal.	257,423	568,590	1,79	370
Charente.........	367,893	584,188	2,72	350
Charente-Inférieur.	460,245	623,233	3,12	429
Cher.............	273,645	677,406	1,21	481
Corrèze.	306,480	566,282	1,37	368
Corse............	221,463	853,096	0,16	263
Côte-d'Or.	393,316	785,588	2,73	650
Côtes-du-Nord. ..	607,572	646,405	2,26	390
Creuse...........	278,029	543,489	1,19	327
Dordogne.	490,263	891,283	2,11	359
Doubs.	275,997	510,042	1,75	388
Drôme...........	311,498	618,015	1,68	267
Eure.............	425,780	552,372	4,92	458
Eure-et-Loir.....	286,368	528,703	3,49	378
Finistère.........	576,068	632,050	1,74	404
Gard.............	376,062	567,977	2,48	489
Garonne (Haute-)..	468,071	587,209	3,15	332
Gers.............	311,147	608,955	2,45	424
Gironde..........	568,034	920,189	2 »	365
Hérault.	367,343	602,999	2,79	365
Ille-et-Vilaine....	549,417	639,476	2,53	675
Indre............	253,076	657,341	1,27	401
Indre-et-Loire....	306,366	575,416	2,02	309
Isère............	588,660	767,722	2,70	549
Jura.............	316,734	455,360	2,48	337
Landes...........	288,077	858,498	0,73	340
Loir-et-Cher.....	249,462	596,580	1,76	306
Loire.	434,085	458,521	2,55	321
Loire (Haute-)....	298,137	481,675	1,89	289
Loire-Inférieure. .	486,806	635,785	1,95	475
Loiret.	318,452	629,620	2,07	432
A reporter..	15,947,815	27,008,271	»	17,294

LONGUEUR DES VOIES DE COMMUNICATION.

ROUTES DÉPARTEMENTALES		CHEMINS DE GRANDE COMMUNICATION.		CHEMINS de petite vicinalité classés.	VOIES NAVIGABLES naturelles et artificielles.	CHEMINS DE FER exécutés et classés.
classées.	à l'état d'entretien.	classés.	à l'état d'entretien.			
419	368	1,144.	337	6,906	263	»
667	523	932.	388	7,275	280	34
235	227	964.	240	12,440	305	90
776	218	306.	2	2,666	»	»
25	18	455.	8	2,379	»	»
836	218	95.	11	3,931	157	»
210	210	581.	209	3,582	318	»
284	179	224.	11	3,216	»	»
325	268	442.	214	3,226	83	52
634	451	404.	84	3,926	180	111
742	229	423.	71	4,897	87	»
388	251	311.	137	1,219	129	114
557	409	826.	310	4,455	96	»
187	123	306.	53	4,558	11	»
271	208	1,030.	642	11,715	88	126
455	410	902.	409	6,259	254	»
631	440	633.	203	6,263	386	133
210	150	839.	99	5,441	»	»
59	7	680.	54	4,020	»	»
690	517	397.	77	7,951	219	165 1/2
420	324	1,219.	452	3,101	130	»
410	233	717.	128	4,695	»	34
1,052	464	1,399.	156	11,008	267	5
451	304	852.	495	3,830	134	108 1/2
333	178	439.	84	7,239	183	»
807	511	1,043.	270	22,687	182	44
502	465	515.	318	3,991	»	80
475	268	544.	138	2,356	85	»
728	282	496.	191	4,152	178	120
799	558	958.	185	9,902	258	77
569	533	939.	168	8,215	8	»
584	530	1,020.	427	5,606	427	233
484	287	456.	147	5,266	162	116
477	222	343.	75	3,583	167	48
561	403	645.	145	5,355	»	90
1,196	1,034	».	»	11,252	187	138
675	511	483.	160	7,946	252	58
564	113	534.	196	5,263	52	20
342	237	758.	79	25,453	185	142
445	430	332.	137	4,798	127	96
357	299	460.	95	6,301	168	125
456	276	335.	36	6,029	17	»
473	412	564.	91	3,228	310	53
469	307	670.	271	6,103	298	91 1/2
22,320	14,605	27,615.	8,030	183,679	6,633	2,504

NOMS des DÉPARTEMENTS.	POPULATION des DÉPARTEMENTS.	SUPERFICIE IMPOSABLE des départements. — Hectares.	PRINCIPAL de la contribution foncière. COTE moyenne par hectare.	ROUTES ROYALES à l'état d'entretien.
Report...	15,947,815	27,008,271	»	17,294
Lot..............	287,739	510,401	2,25	252
Lot-et-Garonne...	347,073	315,925	3,65	348
Lozère...........	140,788	498,830	1,05	381
Maine-et-Loire...	488,472	691,077	3,10	393
Manche..........	597,334	571,317	5,32	362
Marne...........	356,632	783,589	1,89	567
Marne (Haute-)...	257,567	395,394	1,97	406
Mayenne.........	361,392	492,535	2,68	249
Meurthe.........	444,603	525,930	2,69	420
Meuse...........	326,372	561,269	2,27	512
Morbihan........	436,331	680,407	1,79	545
Moselle.........	421,258	467,901	2,83	448
Nièvre..........	305,346	639,596	1,66	481
Nord............	1,085,298	525,081	6 »	584
Oise............	398,868	539,962	4,42	604
Orne............	442,072	570,921	3,59	457
Pas-de-Calais.....	685,021	629,136	4,05	687
Puy-de-Dôme.....	587,566	771,007	2,75	429
Pyrénées (Hautes-).	451,683	726,533	10,97	412
Pyrénées (Basses-).	244,196	426,009	1,18	278
Pyrénées-Oriental.	173,592	388,025	1,50	217
Rhin (Bas-).......	560,113	388,948	3,82	331
Rhin (Haut-)......	464,463	372,002	3,42	347
Rhône...........	500,831	266,186	4,08	218
Saône (Haute-)....	347,627	512,803	2,52	287
Saône-et-Loire....	551,543	812,591	3,02	577
Sarthe..........	470,535	593,524	3,04	399
Seine...........	1,194,603	41,042	0,38	133
Seine-Inférieure..	737,501	520,384	6,40	585
Seine-et-Marne...	353,260	505,794	4,76	515
Seine-et-Oise.....	470,948	557,932	4,62	726
Sèvres (Deux-)....	310,203	575,427	2,18	286
Somme..........	559,680	595,912	4,36	586
Tarn............	351,656	553,342	2,57	332
Tarn-et-Garonne..	239,297	352,479	4,13	255
Var.............	328,010	701,255	1,63	371
Vaucluse........	251,080	332,193	1,84	152
Vendée..........	356,453	646,342	2,16	337
Vienne..........	234,250	651,533	1,56	356
Vienne (Haute-)...	292,848	537,693	1,43	349
Vosges..........	419,992	499,169	2,06	287
Yonne...........	362,961	697,597	2,12	525
Total......	34,144,872	49,707,264	»	34,280

LONGUEUR DES VOIES DE COMMUNICATION.

ROUTES DÉPARTEMENTALES		CHEMINS DE GRANDE COMMUNICATION		CHEMINS de petite vicinalité classés.	VOIES NAVIGABLES naturelles et artificielles.	CHEMINS DE FER exécutés et classés.
classées.	à l'état d'entretien.	classés.	à l'état d'entretien.			
22,320	14,605	27,615.	8,030	183,679	6,633	2,504
610	372	847.	49	24,153	163	»
447	333	604.	194	10,517	307	81
628	167	455.	60	3,604	»	»
590	478	751.	161	6,656	377	89
563	563	702.	218	4,833	119	»
547	389	467.	214	10,698	370	157
291	291	417.	178	5,111	12	»
391	268	394.	162	2,196	47	100
459	424	531.	341	3,913	186	178
372	336	563.	332	7,337	176	72
305	214	1,038.	298	7,462	270	»
347	215	709.	211	4,059	115	16
595	544	436.	162	4,024	338	»
319	315	623.	380	6,564	510	200 1/2
776	692	394.	189	16,608	172	65 1/2
366	287	1,097.	354	3,791	»	97
356	337	772.	446	7,562	199	138
383	225	467.	69	13,533	94	37
637	572	822.	210	10,458	104	»
197	112	912.	314	1,264	»	»
134	67	230.	48	2,802	»	»
658	399	187.	91	7,293	354	100
415	234	414.	67	1,801	205	152
274	210	204.	29	3,396	122	86
452	314	476.	310	3,060	24	»
767	479	625.	202	11,339	422	90
433	433	802.	420	2,978	158	»
249	164	61.	28	510	105	71
772	551	434.	207	36,871	156	105
694	545	402.	172	2,451	360	165
744	358	582.	411	15,847	201	281
249	118	840.	264	3,512	107	»
456	365	739.	310	8,519	176	150
792	616	631.	138	4,701	60	»
575	430	401.	53	2,617	217	75
584	423	751.	291	2,229	»	»
569	332	177.	137	2,439	54	56
233	214	392.	296	2,296	89	»
510	309	1,060.	133	11,228	56	112
337	194	1,036.	158	5,480	»	48
689	372	928.	321	2,481	»	»
743	449	810.	379	16,423	248	143
42,828	29,710	53,798.	17,235	488,295	13,306	5,369

Toutes les longueurs ci-dessus inscrites sont de la plus rigoureuse exactitude, sauf celles relatives aux chemins de fer et portées à la dernière colonne, et dont le tracé, encore incertain, pourra donner lieu à des déviations de parcours plus ou moins considérables.

Les longueurs assignées aux autres voies de communication se rapportent à la fin de l'année 1843, à l'exception des chemins de grande communication et de petite vicinalité, pour lesquels les renseignements officiels s'arrêtent à l'année 1842. On n'a pas d'ailleurs séparé, dans les chemins de petite vicinalité, les parties à l'état d'entretien des parties simplement classées, cette distinction ne pouvant être établie avec une suffisante précision. Jusqu'ici, en effet, on s'est contenté, pour ces chemins, de faire compléter les réparations les plus urgentes, sans organiser, pour l'ensemble du réseau, des moyens réguliers d'achèvement et d'entretien. On peut même ajouter que l'ensemble des ressources attribuées au service des communications vicinales ne suffirait pas pour maintenir cet état d'entretien régulier, lors même que les travaux de première construction seraient entièrement terminés. Cet ensemble, en 1841, s'est élevé à la somme de 28,500,000 fr. pour un total de 586,000 mètres de chemin : c'est *cinquante centimes par mètre*, c'est-à-dire la moitié à peine de ce que coûteraient les réparations annuelles les plus urgentes. Et cependant l'impôt de la vicinalité ne laisse pas que de peser assez lourdement sur la propriété foncière.

Les voies de communication contribuent puissamment à développer la prospérité agricole des départements qu'elles traversent. Pour qu'une propriété donne de beaux revenus, il ne suffit pas qu'elle produise beaucoup; il faut encore que ses produits trouvent acheteur à de bonnes conditions et puissent avoir accès sur les grands marchés, dans les centres de grande consommation, en tête desquels vient se placer la capitale. Aussi observe-t-on que les départements limitrophes du département de la Seine, qui sont reliés avec Paris par une voie navigable économique, figurent dans le tableau du principal de la contribution foncière parmi les plus imposés. Or on sait que la cote de la contribution foncière n'est calculée que d'après le revenu des terres qu'elle frappe. Ainsi donc, en sillonnant un département de canaux, de chemins de fer, on accroît le

revenu de ses propriétés, on allége pour lui la charge des contributions et des prestations communales affectées au service de la vicinalité.

Le tableau n° 2 présente sous une forme synoptique, facile à saisir, la situation matérielle et financière des chemins de fer français à l'état d'exploitation. Parmi eux n'ont pas été compris quelques chemins destinés au service d'exploitations particulières et qui par conséquent ne peuvent offrir aucune espèce d'intérêt (1).

(1) Ces chemins sont ceux :

D'Epinac au canal de Bourgogne.	28 kilom.
Du Creuzot au canal du Centre.	10
De Bert et Montcombry à la Loire.	25
De Villers-Cotteret au Port-aux-Perches. .	8
Compagnie d'Anzin.	15
De Montbrison à Montrond.	16
Total.	102 kilomètres

de chemins d'usines.

Les deux derniers chemins portent des voyageurs.

N° 2. — TABLEAU DES CHEMINS DE FER

DÉSIGNATION DES CHEMINS.	LONGUEUR EN KILOMÈTRES.	COMPOSITION du CAPITAL DE CONSTRUCTION.
Alais à Beaucaire........	90	11,500,000, capital actions......... 6,000,000, prêt de l'Etat à 3 p. 100.
Andrezieux à St-Etienne.	20	1,810,000, capital actions. .... 300,800, empruntés............
Bordeaux à la Teste......	53	5,000,000, capital actions. .... 1,000,000, empruntés............
Lille à la frontière.......	15	7,150,000, fournis par l'Etat......
Valenciennes à la frontière	13	4,060,000, id. id ....
Montpellier à Cette.	28	3,000,000, capital actions......... 1,000,000, emprunt..............
Montpellier à Nîmes......	52	2,000,000, capital actions. .... 8,000,000, subvention............ 5,000,000, prêt de l'Etat à 5 p. 100 900,000, prêt de l'Etat à 3 p. 100.
Paris à Orléans et à Corbeil.	133	40,000,000, capit. act. avec garantie d'intérêt de 3 p. 100. 10,000,000, emprunt..............
Paris à Rouen...........	127	36,000,000, capital actions......... 18,000,000, prêt de l'Etat à 3 p. 100.
Paris à Saint-Germain. ..	20	6,000,000, capital actions. .... 10,000,000, emprunt..............
Paris à Versailles (r. droite).	19	11,000,000, capital actions. .... 7,500,000, emprunt..............
Paris à Versailles (r. gauc.).	17	10,000,000, capital actions. .... 5,000,000, prêt de l'Etat à 4 p. 100. 1,000,000, emprunt..............
Saint-Etienne à Lyon....	58	11,000,000, capital actions. .... 7,220,000, emprunt..............
Saint-Etienne à Roanne..	67	6,000,000, capital actions. .... 4,000,000, prêt de l'Etat à 4 p. 100. 1,000,000, emprunt..............
Strasbourg à Bâle.	138	29,400,000, capital actions. .... 12,600,000, prêt de l'Etat (5)....... 2,950,000, emprunt..............
Embranchem. de Thann..	16	1,300,000, capital actions. .... 400,000, emprunt..............
Total.........	866	286,600,000.

(1) Cette compagnie a prélevé 468,000 fr. sur les bénéfices réalisés depuis
(2) Ces chemins n'ont été complétement ouverts que depuis le 6juillet 1844.
(3) Amortissement non défalqué. Les chiffres de circulation par chemin de
de huit mois moins quatre jours sur Orléans. Pour l'année 1844 entière, le
(4) Ce chemin a été ouvert le 9 mai et exploité seulement pendant dix mois
1844. Le semestre d'avril en octobre 1844 dénote des accroissements considé
242,000 voyageurs, 55,000 tonnes de marchandises (en six mois).
(5) Ce prêt est, en réalité, une véritable subvention, eu égard à la situa
prêt ne portera intérêt qu'après prélèvement de la part des porteurs d'actions

FRANÇAIS A L'ÉTAT D'EXPLOITATION.

CIRCULATION DES VOYAGEURS avant la mise en activité du railway.	CIRCULATION PAR RAILWAY. Voyageurs.	Marchandises en tonnes.	REVENU NET DU CAPITAL après déduction faite de l'intérêt des emprunts.
52,700	106,600	155,000	6 pour 100.
»	56,000	126,000	6 (1).
»	55,000	15,000	»
»	242,000 (2)	11,000 (2)	»
»	38,800 (2)	5,600 (2)	»
43,000	114,800	35,500	4 1/5 retenus pour faire des améliorations.
146,000	ouvert le 8 janvier 1845.		»
272,000	364,000 (3)	22,000 (3)	9 pour 100.
272,000	300,000 (4)	40,000 (4)	Aux fondateurs, 14/100. Aux actionnaires, 6 36/100. A l'amortissem., 1
146,000	790,000	30,500	Aux fondateurs, 3/4. Aux actionnaires, 6 1/2.
1,200,000	1,080,000	18,000	1 67/100.
	571,000	»	Déficit.
61,000	230,000	425,000	Aux actionnaires, 7 1/3. Aux fondateurs, 3 1/3. En réserve, 2/3.
»	24,000	53,500	»
»	180,000	38,000	1 4/5.
»	78,700	8,500	4
»	»	»	»

l'origine de l'exploitation pour améliorer son chemin.

fer se rapportent à une période d'une année sur la petite ligne de Corbeil, et mouvement atteindra probablement 450,000 personnes et 90,000 tonnes.
et vingt-cinq jours pendant son premier exercice, qui s'est clos au 1er avril rables de recette et de circulation : un produit net total de 10 pour 100,

tion fâcheuse de ce chemin et à la disposition législative qui établit que ce de l'intérêt de 4 pour 100 des versements effectués par eux.

Quelques explications ne seront pas inutiles pour l'intelligence de ce tableau.

Dans la troisième colonne, contenant en détail l'indication des diverses sources auxquelles ont été puisés les capitaux employés à la construction de ces chemins, on a distingué avec soin les sommes prêtées par l'Etat et celles qui, sous la désignation d'*emprunt*, ont été demandées au crédit privé; les sommes versées par le trésor à titre de subvention et celles réalisées en actions. En divisant l'ensemble de ces ressources par la longueur de chaque chemin, on obtient à très-peu de chose près, le chiffre de la dépense par kilomètre des frais de premier établissement. Ainsi le capital 286,290,000 francs appliqué à 866 kilomètres donne un prix moyen de 335,000 francs, chiffre qui représente la dépense des chemins de fer exécutés.

En Angleterre, les quarante-neuf grandes lignes livrées à la circulation à la fin de 1843 sur une longueur de 2,200 kilomètres avaient coûté 1,500 millions environ, soit un peu plus de 500,000 francs par kilomètre.

Les 561 kilomètres composant le réseau belge avaient coûté, à la même époque, 144 millions ; c'est 256,000 francs par kilomètre.

Enfin les 2,400 kilomètres de chemins de fer achevés en Allemagne avaient coûté 352 millions, soit 147,000 francs par kilomètre.

Ainsi donc les chemins de fer de France sont de tous ceux du continent les plus chèrement exécutés. Ce résultat est dû bien moins aux difficultés du sol qu'au système dispendieux de construction qui a prévalu jusqu'ici.

La date encore récente de l'établissement des chemins de fer français enlève aux détails de leur exploitation, renfermés dans les trois dernières colonnes, une grande partie de leur intérêt. Et en effet, dans les premiers temps qui suivent la mise en exploitation d'une ligne, les habitudes ne sont pas prises encore, les services sont mal ou incomplétement organisés, les concurrences par terre et par eau se maintiennent en exercice, les ouvriers inexpérimentés ne travaillent point avec économie, toutes causes qui amoindrissent les produits nets, diminuent le nombre des voyageurs et le tonnage des marchandises.

La plupart des détails d'exploitation remontent à l'exercice 1843, ceux de l'exercice 1844 n'étant pas encore connus.

Toutefois les renseignements généraux que l'on possède à ce sujet témoignent que des améliorations notables se sont opérées pendant cette dernière année, et que sur toutes les lignes la circulation et le produit net se sont considérablement accrus. Du reste cette marche ascendante et progressive des chemins français n'offre rien que de très-ordinaire, et un mouvement semblable n'a cessé de se manifester, d'année en année, sur tous les chemins de fer des autres pays.

Nous avons maintenant à compléter l'exposé de l'état actuel de nos grandes lignes de chemins de fer, en établissant la situation des travaux aujourd'hui en cours d'exécution et entrepris en vertu de la loi du 11 juin et d'autres lois spéciales. C'est dans ce but qu'a été dressé le tableau n° 3 qui accompagne notre texte.

N° 3. — TABLEAU DES CHEMINS DE FER

DÉSIGNATION DES CHEMINS.	LONGUEUR en KILOMÈTRES.	DÉPENSE PRÉ[…] Allocations générales inscrites au budget pour acquisitions de terrains, terrassements, travaux d'art et stations.
		1° *Loi du* 11 *juin* 1841,
Paris à Lille et à Valenciennes............	305	43,000,000
Lille à Dunkerque et à Calais............	147	15,000,000
Amiens à Boulogne.....................	124	»
Versailles à Chartres....................	74	15,000,000
Orléans à Tours.......................	115	17,000,000
Tours à Bordeaux.......................	360	54,000,000
Tours à Nantes.........................	192	28,800,000
Orléans à Vierzon.......................	82	12,000,000
Vierzon à Châteauroux..................	57	7,800,000
Vierzon à Nevers........................	92	13,000,000
Corbeil à Lyon..........................	498	82,000,000
Montereau à Troyes.....................	97	»
Avignon à Marseille.....................	116	37,000,000
Paris à Strasbourg et embranchement.....	586	100,200,000
		2° *Lois*
Rouen au Havre.........................	92	9,000,000 subvention. 10,000,000 prêt à 3 0/0.
Paris à Sceaux..........................	10	»
Etudes de chemin et essais atmosphériques.	10	3,800,000
Total....................	2,957	430,600,000

(1) Donné à concession, la compagnie concessionnaire en supportera tous
(2) Si ce chemin n'a pas trouvé de compagnie pour l'exécuter à ses ris-
11 juin, et recevra une allocation générale de 13,000,000.
La lettre C, dans la dernière colonne, indique les transports effectués par

CHEMINS DE FER CLASSÉS

Chartres à Nantes, 284 kilomètres; — Bordeaux à Bayonne, 186 kilom.; à Mulhouse, 204 kilom.; — Châteauroux à Limoges, 131 kilom.; — Nevers

FRANÇAIS EN CONSTRUCTION.

TOTALE SUMÉE. Dépense probable nécessaire pour compléter le chemin avec son matériel.	ENSEMBLE des CRÉDITS ouverts jusqu'à la fin de 1845.	CIRCULATION constatée dans cette direction sur les voies de transport ordinaires. Voyageurs.	Marchandises de roulage. — Tonnes.	Marchandises par eau. — Tonnes.
amendée en 1843, 1844 et 1845.				
70,000,000	34,000,000 8,000,000	280,000	98,000	330,000
67,500,000 (1)	»	90,000	22,000	21,000
12,000,000	2,500,000	180,000	100,000	»
75,000,000	16,000,000	182,000	58,000	159,000
	14,000,000	85,000	42,700	107,000 c. 13,000
29,000,000	3,500,000	»	»	»
62,000,000	11,000,000	149,500	63,000	»
	3,000,000	84,000	61,000	»
	4,000,000	83,500	40,000	35,300
83,000,000	24,000,000	221,000	120,500	377,000
24,000,000 (2)	»	»	»	»
20,000,000	25,000,000	164,000	209,000	90,000 c. 260,000
65,000,000	18,000,000	92,247	47,000	22,000
spéciales.				
20,000,000 capital actions.	19,000,000	»	»	»
2,700,000 capital actions.	»	300,000	»	»
»	3,800,000	»	»	»
470,200,000	185,800,000	»	»	»

les frais.
ques et périls avant la fin de 1845, il rentrera sous le régime de la loi du

le cabotage.

SANS ALLOCATION DE FONDS.

— Bordeaux à Cette, 481 kilom.; — Lyon à Avignon, 238 kilom.; — Dijon à Clermont, 146 kilom. — Total : 1,670 kilomètres.

Ce tableau, on le voit, est établi dans le même esprit que celui qui précède. Dans la troisième colonne sont enregistrées les allocations générales de crédits ouverts pour chaque chemin, soit à titre de subvention et de prêt, comme pour le chemin du Havre, soit pour l'acquisition des terrains, l'exécution des terrassements, des travaux d'art et des stations des railways exécutés conformément à la législation du 11 juin 1842. Ces allocations générales ne s'appliquent qu'à une partie des travaux, et ne représentent guère que la moitié ou les deux tiers de la dépense que nécessitera l'achèvement des travaux. A quelle source seront puisées les sommes encore nécessaires? C'est ce que la loi n'a pas encore déterminé pour la plupart des lignes. L'auteur du tableau a donc été obligé, pour les cas où rien n'a encore été statué à cette égard, de faire des sommes nécessaires à l'achèvement une évaluation approximative et de les ranger dans une colonne particulière, la colonne quatrième. Plusieurs chemins, et notamment ceux d'Amiens à Boulogne et de Montereau à Troyes, n'ayant reçu aucune subvention, le chiffre unique porté à la quatrième colonne du tableau donne le montant du capital entier. — La cinquième colonne donne le chiffre des crédits ouverts par les allocations générales jusqu'à la fin de 1845. Quant aux trois dernières colonnes qui terminent ce tableau, elles ont pour but de donner un aperçu de la circulation actuelle par les voies de terre et par les voies d'eau dans la direction où l'on établit le railway. Ces renseignements ne sont pas sans importance, puisqu'ils donnent la mesure des produits que l'on est en droit d'attendre de chacun de ces chemins. Ils ont été fournis aux commissions législatives par le gouvernement; cependant leur exactitude a été contestée en plusieurs cas par les populations intéressées, sans qu'il ait encore été possible de vérifier l'exactitude des assertions élevées à ce sujet.

Enfin le tableau n° 4 est la récapitulation de tous ceux qui précèdent. Ce tableau, qui est un véritable inventaire de nos intermédiaires de transport, témoigne des efforts qu'a faits le pays pour assurer la viabilité de son territoire, et donne la mesure de ceux qui nous restent à accomplir pour terminer la tâche que nous nous sommes imposée.

N° 4. — RÉCAPITULATION GÉNÉRALE DES DIFFÉRENTES VOIES DE COMMUNICATION.

DÉSIGNATION DES VOIES DE TRANSPORT.	LONGUEURS CLASSÉES. — Kilomètres.	PARTIES ACHEVÉES ou en cours d'amélioration. — Longueur en kilomètres.	VALEUR APPROXIMATIVE des travaux classés après leur achèvement. — Francs.	ALLOCATIONS GÉNÉRALES de fonds pour ces travaux depuis 1830 jusqu'à ce jour. — Francs.	DÉPENSES SOLDÉES depuis 1830 jusqu'au 1er janvier 1843. — Francs.	RESTANT A DÉPENSER ou à rembourser pour les travaux classés. — Francs.
Routes royales et ponts...	35,200	34,720	750,000,000	112,000,000	93,269,000	18,821,000
Routes départementales...	42,741	29,698	427,000,000	?	?	112,000,000
Chemins de grande communication............	52,975	22,800	265,000,000	156,000,000	156,000,000	102,000,000
Chemins vicinaux........	587,000	»	1,174,000,000	183,000,000	183,000,000	697,500,000
Fleuves, rivières, cours d'eau canalisés.........	9,770	9,561	»	232,884,000	170,889,250	100,000,000
Ports, phares, bouées, etc..	»	»	»	110,882,000	53,390,000	57,492,000
Canaux de jonction.......	3,265	2,889	650,000,000	215,700,000	176,900,000	143,000,000
Chemins de fer...........	5,413	874	1,640,000,000	689,500,000	287,636,000	1,332,400,000
Total............	736,364	100,542	4,906,000,000	1,699,966,000	1,121,084,250	2,563,213,000

Malheureusement nous sommes à peine arrivés à la moitié de cette tâche. Nous ne possédons que 29,698 kilomètres de routes départementales achevés sur 42,736 kilomètres de classés, nous ne possédons que 17,235 kilomètres de chemins de grande communication en bon état sur 52,975 kilomètres; pas le tiers! Enfin, à défaut du total des chemins vicinaux, nous savons tous combien est minime le chiffre de ces chemins aujourd'hui à l'état d'entretien : sur les 586,887 kilomètres classés, il en est à peine 60,000 sur lesquels il ne soit pas nécessaire de doubler l'attelage ou de réduire la charge de moitié.

La situation des voies navigables n'est guère meilleure. Malgré tous les efforts qui ont été faits pour mettre ces moyens de communication en état de rendre au pays les services qu'il en attend, il s'en faut de beaucoup qu'ils soient arrivés au point de former un réseau complet et d'avoir un régime assez régulier pour que l'industrie puisse compter sur eux avec certitude pour le transport journalier de ses produits.

Quant aux chemins de fer, notre situation est pire encore que pour les routes et canaux, et ce qui est fâcheux, c'est qu'il n'est guère possible, dans l'ordre actuel des choses, que la France puisse regagner le temps perdu.

Malheureusement pour nous, le zèle des autres nations s'active au lieu de se ralentir. A ses 3,000 kilomètres de railways l'Allemagne en ajoute tous les jours de nouveaux. L'Angleterre, qui au 31 décembre 1843 possédait déjà 3,600 kilomètres de railways en pleine exploitation, a vu, pendant la seule année 1844, augmenter son réseau de 1,300 kilomètres de nouvelles lignes concédées et en état de construction, et cependant de nouvelles concessions se préparent encore. 248 nouveaux projets de chemins de fer sont en ce moment soumis à l'acceptation de la chambre des communes.

Jetons un coup d'œil sur la situation des chemins de fer en France, et comparons.

Le faible chiffre de 866 kilomètres comprend tout l'ensemble de nos chemins de fer livrés à l'exploitation. Voyons ce que nous pouvons espérer pour 1845 et 1846.

On annonce, pour cette année 1845, la mise en activité de deux sections du chemin de fer du Nord : celles de Paris à Clermont et d'Arras à Lille; du chemin de Bordeaux jusqu'à Tours et du chemin du Centre jusqu'à Vierzon. On nous fait aussi espérer,

pour 1846, l'achèvement du chemin du Havre, de ceux de Dijon à Châlons et d'Avignon à Marseille. On présente comme probable l'achèvement de toutes les sections du chemin de fer du Nord. En admettant l'accomplissement des promesses dont plusieurs semblent hypothétiques, nous aurions à ajouter 700 kilomètres aux 866 que nous possédons. A ce compte, au 31 décembre 1846 nous aurions un total de 1,560 kilomètres de railways, soit un peu plus du tiers de ce que possédait l'Angleterre à la fin de 1840 et *moins du tiers* de ce qu'elle possédera à la fin de la même année 1846, et cela, en ne tenant aucun compte des 248 nouvelles lignes sur lesquelles le parlement anglais est mis en demeure de statuer.

Nous pourrions également comparer notre situation à celle de l'Allemagne et démontrer que de ce côté, et en comparaison de nos ressources, elle est plus défavorable encore. Mais ce seul rapprochement doit suffire pour montrer combien il importe que l'exécution des grandes lignes soit enfin débarrassée des entraves toujours renaissantes occasionnées par les prétentions inopportunes de l'intérêt privé. Car, et personne ne le conteste, c'est à cette cause principalement qu'il faut attribuer, sous ce rapport, notre état d'infériorité vis-à-vis les autres peuples. L'exemple de la Belgique, de ce pays placé sous tant de rapports dans une situation identique à la nôtre, n'est-il pas là pour montrer ce que l'on peut attendre de l'application du principe rationnel de l'exécution et de l'exploitation des chemins de fer par l'Etat?

C'est donc en confiant à l'Etat, c'est-à-dire à la société tout entière, le soin de cette branche importante de la fortune publique que la France peut espérer le complet (1) et rapide achèvement du vaste réseau décrété par les chambres et la réalisation des grands bienfaits qu'il est destiné à produire. Dans un pays où le grand principe de la fraternité humaine a été si hau-

(1) Sur une étendue de 4,000 kilomètres de chemins de fer votés en 1842, il en existe environ 1,100 kilomètres qui, de l'aveu même des partisans des compagnies, ne pourront être entrepris aux mêmes conditions que le reste du réseau. Ainsi donc, il faudra que l'Etat accorde encore de nouvelles faveurs aux compagnies s'il ne veut prendre à sa charge l'exécution des mauvaises lignes dont un louable sentiment d'équité nationale a fait décréter l'établissement.

tement proclamé, il ne faut pas que les grandes inventions, que les inventions qui honorent l'esprit humain profitent seulement à une classe de citoyens, à ceux qui possèdent : ceux qui ne possèdent pas ont un droit égal au partage des bienfaits qu'elles doivent répandre sur le monde ; car ces bienfaits tendent à un seul et même but, au perfectionnement social, à l'amélioration progressive de la condition matérielle et morale de l'humanité. L'invention des chemins de fer, évidemment, n'a point pour but essentiel de procurer de gros dividendes à nos capitalistes; l'humanité, la civilisation, en attendent des résultats plus grands et que nous avons signalés. Nous le répétons, la généralisation du système des compagnies serait pour notre pays une vraie calamité, peut-être même une cause de ruine ; car ce seul mot, l'ÉCONOMIE, résume tous les avantages que l'on peut obtenir des voies nouvelles, et cet avantage, ce grand bienfait ne peut être réalisé que lorsque l'Etat exécute et exploite lui-même. Entrepreneur général de la locomotion rapide des grandes lignes d'un pays, d'un coup d'œil l'Etat embrasse tous les besoins, tous les intérêts, parce que ces intérêts sont aussi les siens et que sa prospérité est intimement liée à celle de la société dont il n'est que le résumé vivant. En est-il de même dans le système des compagnies ? Non, évidemment non, et nous avons assez longuement démontré, pour qu'il puisse être utile d'y revenir, ce fait essentiel, fondamental, à savoir que, dans toutes les questions qui se rattachent à l'exploitation des chemins de fer par les compagnies, *il y a lutte constante, manifeste, entre l'intérêt général et l'intérêt privé.*

Quelle aberration fatale a donc pu un seul instant faire hésiter les mandataires du pays entre deux systèmes que sépare un tel abîme, et comment expliquer, tout en faisant la part du jeu actif des intérêts ministériels et privés, la sanction solennelle accordée à un principe que l'expérience de près de dix années a si hautement condamné? Faut-il le dire? C'est à l'exemple de l'Angleterre, à un engouement irréfléchi pour les importations de ce pays, que la France doit tous les avantages de sa situation. L'on a systématiquement prôné, dans ces dernières années, les grandes compagnies d'outre-Manche pour les railways, comme l'avait été au XVIIIe siècle la constitution anglaise, sans réfléchir que les idées industrielles de cette nation ne sont pas plus applicables à la France que ses idées po-

litiques, par la raison qu'aucune analogie de situation, d'intérêt ni de mœurs, n'existe entre les deux peuples. Notre commerce intérieur reçoit de l'admirable variété des produits de nos différentes provinces une importance sans égale ; mais, par l'étendue de notre sol, il ne peut s'étendre et prospérer qu'au moyen de tarifs modérés. Il n'en est point de même en Angleterre, où l'Océan est le théâtre principal du commerce et où les projets, trop uniformes pour donner lieu à des échanges importants, n'ont jamais à parcourir que de courts trajets. D'un autre côté, on ne trouve point en Angleterre cette égalité de race, d'origine, de droit et de législation qui fait l'honneur de la constitution française : l'exploitation de l'homme par l'homme y est au contraire pratiquée d'une manière presque aussi inflexible qu'aux temps les plus mauvais de la féodalité. On ne trouve point en France de ces capitalistes colossaux qui, possédant à eux seuls le fruit de la sueur de plusieurs milliers de malheureux, peuvent verser dans de grandes entreprises des sommes considérables et attendre patiemment la rémunération souvent lente et incertaine de leurs avances. Chez nous, l'Etat seul est grand capitaliste, car il résume à lui seul la puissance et la richesse du pays ; seul il dispose d'un crédit assez vaste pour entreprendre dignement de grands travaux d'utilité générale; seul il peut mener à bonne fin ces travaux et les administrer avec fruit sans opprimer les plus chers intérêts du pays.

Mais, dira-t-on, le pouvoir actuel est trop mal constitué pour qu'en étendant encore ses attributions on lui fournisse de nouveaux et puissants moyens d'acheter les consciences et de se créer des armes de corruption. Cependant, nous le demandons, peut-on condamner de bonne foi un principe par l'unique raison que ce principe pourrait recevoir une mauvaise application, et doit en empêcher l'avénement d'un pouvoir fort et respecté en semant pour l'avenir des germes de faiblesse et d'anarchie? D'ailleurs, nous l'avons vu déjà, nos institutions représentatives, tout imparfaites qu'elles sont, présentent des garanties contre les errements du pouvoir ; et même, en supposant ce dernier dégagé de toute surveillance efficace, peut-on, même aujourd'hui, empêcher les hommes qui le composent d'entrer comme capitalistes et spéculateurs dans tous les tripotages de bourse? Et n'aurions-nous pas à ce sujet, s'il en était besoin, de tristes exemples à citer?

[illegible] on ne con- [illegible] au temps où [illegible] reconnaissant [illegible] des canaux [illegible] plus grands sacrifices pour [illegible] même que l'on choisit [illegible] nouvelles. Pendant que les [illegible] librement au [illegible] des chaînes à l'entrée des [illegible] les voies de commu- [illegible] complè- [illegible] réalisation de ce [illegible] et on le conçoit aise- [illegible] par triompher [illegible] le pays entier [illegible]

[illegible]

[illegible] de l'équité sociale et [illegible] une ardeur sincère à la réalisation de [illegible] porte encore avec elle les espérances [illegible] de son gouvernement qu'elle se saisit [illegible] dans les affaires la prééminence qui [illegible] de ce côté il n'y a plus rien à [illegible] à s'élever par ses propres efforts, [illegible] par ses lumières et par sa cons- [illegible] n'ont pas su la diriger, et de ré- [illegible] plus noblement encore à l'attente [illegible]

APPENDICE.

Chose singulière, — et qui serait inexplicable si l'on ne connaissait la puissance irrésistible des intérêts privés au temps où nous vivons, — c'est au moment même où l'État, reconnaissant enfin la faute qu'il a commise en cédant l'exécution des canaux à l'industrie privée, se résout aux plus grands sacrifices pour racheter cette erreur, c'est ce moment même que l'on choisit pour aliéner la propriété des voies nouvelles. Pendant que les autres routes s'ouvrent ou doivent bientôt s'ouvrir librement au commerce, on s'applique à tendre des chaînes à l'entrée des chemins de fer, qui cependant constituent les voies de communication les plus importantes, les seules qui répondent complétement aux besoins nouveaux des sociétés. La réalisation de ce fait monstrueux n'est point praticable, et, on le conçoit aisément, la raison, la justice et le bon droit finiront par triompher des obstacles qu'on leur suscite. Mais en attendant le pays souffre d'une situation qui compromet chaque jour davantage ses plus chers intérêts.

Que la funeste expérience de ces dix dernières années nous serve donc ; que tous les hommes honnêtes, que tous ceux qui veulent le bien public au fond du cœur réunissent leurs efforts ; qu'ils s'entendent au besoin pour manifester par les voies légales une opinion au triomphe de laquelle la France devra un développement incalculable de prospérité, de richesse et de grandeur. Car, qu'on le sache bien, malgré ses entraînements suivis de revers et de lassitudes, malgré les fautes pour longtemps irréparables de ceux qui la gouvernent, la nation française, telle qu'elle est sortie des épreuves de sa révolution, animée du sentiment profond de l'équité sociale et de la dignité humaine, aspirant avec une ardeur sincère à la réalisation du grand principe de l'égalité, porte encore avec elle les espérances du monde. Il a dépendu de son gouvernement qu'elle se saisît en 1830 et qu'elle exerçât dans les affaires la prééminence qui lui était concédée par l'opinion : de ce côté il n'y a plus rien à attendre. C'est à la nation à s'élever par ses propres efforts, c'est-à-dire par sa moralité, par ses lumières et par sa constance, au-dessus de ceux qui n'ont pas su la diriger, et de répondre ainsi plus sûrement, plus noblement encore à l'attente générale des peuples.

APPENDICE.

APPENDICE.

DES NOUVEAUX SYSTÈMES DE CHEMINS DE FER.

Tout est nouveau encore dans la science des chemins de fer : quelques années à peine ont passé sur les moyens de locomotion rapide en usage aujourd'hui, et déjà de tous côtés les inventeurs s'élancent avec ardeur à la recherche de perfectionnements nouveaux.

Plusieurs inconvénients graves, qui semblent inhérents à la traction des convois par les machines locomotives, n'ont pas peu contribué à stimuler cet esprit d'innovations. Ceux d'entre ces inconvénients qui font le plus vivement sentir la nécessité d'un nouveau système de locomotion, sont le manque de sécurité du système actuel et le prix élevé qu'exige son application.

Il faut le dire, quel que soit le degré de perfection auquel on ait porté dans ces derniers temps la construction des locomotives, on aura toujours à redouter de l'emploi de ces machines plusieurs accidents impossibles à prévoir, et dont les effets ne peuvent être combattus que dans un cercle assez restreint. C'est ainsi, par exemple, qu'aucune puissance humaine ne peut prévenir entièrement la rupture de l'essieu, accident dont la catastrophe du chemin de fer de Versailles a si cruellement démontré le danger. Quant à l'élévation des frais d'établissement, ce fait est la conséquence de l'emploi du moteur actuel, lequel exige des pentes très-faibles et des courbes à grand rayon. Si l'on peut en effet dépasser les limites que la théorie et une excessive prudence avaient d'abord indiquées, il est cependant tout à fait impossible de s'en éloigner tellement, que la construction du chemin n'occasionne encore des dépenses suffisantes pour priver du bienfait des voies nouvelles tous les pays dont la configuration du terrain présenterait à leur établissement des obstacles difficiles à surmonter. — D'autres inconvénients du système de remorquage par les locomotives ont été signalés par les hommes de science ; ce sont surtout la nécessité d'augmenter la résistance, c'est-à-dire le poids des rails, par suite des fortes dimensions des machines, et l'im-

possibilité d'obtenir un grande vitesse sans occasionner un excédant de dépense en dehors de toute proportion. Ajoutons à cela les frais de traction et de combustible qui forment une partie très-considérable des dépenses d'exploitation (1). Enfin un autre grand défaut du système des chemins de fer actuels consiste dans les dépenses considérables qui sont la suite de la nécessité d'avoir un grand nombre de machines de relais, si l'on veut conserver dans le service des convois la régularité nécessaire; d'où résulte l'obligation de posséder un matériel nombreux, toujours allumé, et n'utilisant au service des transports qu'une faible partie de la force produite.

Des considérations d'un autre ordre ont encore contribué à pousser les esprits à la recherche d'une puissance nouvelle qui puisse avantageusement remplacer la vapeur. Le combustible qui alimente les machines locomotives est la base essentielle sur laquelle repose aujourd'hui l'industrie de tous les peuples. On a peine à se défendre d'un sentiment d'effroi, lorsqu'on considère l'énorme quantité de cette matière qui sert à créer la vapeur par qui se féconde l'industrie: à peine nos rares forêts suffiraient-elles pendant dix années à une consommation qui dépasse au centuple la quantité de bois que produit le mouvement de la nature; c'est donc par la houille principalement que se développent les progrès de la civilisation moderne. Que deviendrait le monde si la houille venait à nous manquer... Sans doute bien des siècles s'écouleront encore avant que l'homme ait épuisé tout ce que les houillères peuvent lui fournir de combustible; mais si l'on considère que la nature a mis deux ou trois mille ans à former ces couches de charbon, brûlées en si peu de temps, et qui ne se reproduisent pas, on ne peut soutenir qu'entre une consommation si rapide et une reproduction si lente l'équilibre se maintienne indéfiniment.

D'ailleurs qui n'a remarqué avec quelle rapidité s'accroît de jour en jour la dépense de ce précieux combustible?... Il y a cinquante ans, et qu'est-ce que cinquante ans dans la vie des peuples? la France brûlait à peine 4,000,000 de quintaux métriques de houille; elle en consomme annuellement aujour-

(1) « La dépense du coke forme à elle seule un article de mille livres sterl. (25,250 fr.) par semaine sur le railway du Great-Western » (*Mining Journal*).

d'hui plus de 50,000,000. Et combien cette énorme consommation ne sera-t-elle pas accrue, lorsque la vapeur aura reçu les innombrables applications dont elle est susceptible, lorsque arrivera, dans un avenir qui est proche peut-être, ce règne du progrès vers lequel le monde se précipite, lorsque nos villes, nos bourgs et nos villages seront éclairés au gaz, lorsque nos fleuves et nos rivières, améliorés dans leurs lits, seront parcourus par d'innombrables bateaux à vapeur, lorsque enfin la marine à vapeur, substituée à la marine à voile, emportera chaque jour dans les flancs de ses immenses édifices des montagnes de houille consommées en un mois? Croit-on que les entrailles de la terre, quelque fécondes qu'elles puissent être, suffisent longtemps à une telle consommation, et n'y a-t-il pas lieu de craindre que l'industrie, par laquelle vivent nos sociétés, ne finisse par s'éteindre et périr faute d'aliments?

C'est préoccupés de la gravité de ces considérations et aussi du désir de réaliser une économie profitable à la société tout entière, que quelques hommes ingénieux se sont voués à la recherche d'une force motrice dont la formation fût, autant que possible, indépendante de tout emploi de combustible. Les uns, partant de cette donnée simple et bien connue, d'après laquelle la chaleur augmente considérablement le volume de tous les gaz élastiques et donne une grande pression par le fait de son expansion, ont fait des tentatives pour profiter de cette loi générale et créer un pouvoir plus fort et moins coûteux que celui de la vapeur; les autres se sont appliqués à trouver les moyens de créer une force tout aussi puissante et plus économique, en cherchant à approprier aux travaux de l'industrie et des transports les forces diverses créées par la nature. De ces recherches sont sortis un assez grand nombre de systèmes, dont plusieurs, portant sur un principe rationnel, paraissent devoir opérer dans le principe de la force locomotrice une complète révolution. Parmi ces systèmes, les uns ont pu recevoir une application plus ou moins complète et subir les épreuves de l'expérience, les autres ne sont encore qu'à l'état d'étude, et attendent les perfectionnements de détail qui doivent les conduire à un état moins éloigné de la maturité. Ceux qui ont attiré le plus vivement l'attention et dont nous aurons à signaler les caractères principaux, sont :

Le système hydraulique, dont on annonce l'application à la

ligne de Dublin à Sallins, première grande artère du chemin de Dublin à Cork.

Le système électro-magnétique, dont plusieurs expériences ont déjà établi en principe la force de propulsion pour les chemins de fer.

Le système atmosphérique, dont il a déjà été fait plusieurs applications.

Nous aurons encore à traiter des machines mues par l'acide carbonique, et de celle à air comprimé, qui, après avoir été expérimentées avec succès sur le chemin de Paris à Versailles (rive gauche), vont être appliquées au service des voyageurs sur le nouveau chemin d'Asnières à Argenteuil. Mais auparavant nous mettrons sous les yeux du lecteur, afin de ne rien omettre des différents systèmes de communication rapide, les divers essais tentés pour la circulation des voitures à vapeur sur les routes ordinaires, ainsi que les traits essentiels du nouveau système de M. Jouffroy, qui dans ces derniers temps a attiré assez vivement l'attention publique.

Dans ces deux systèmes, la vapeur n'a point cessé d'être le principe du mouvement.

I. DU SYSTÈME JOUFFROY.

Nous nous sommes assez longuement étendu, dans le cours de ce travail, sur les divers inconvénients, sur le peu de solidité de la voie et le défaut de stabilité de tout l'ensemble. L'inventeur, préoccupé surtout de la gravité des accidents qui sont la conséquence d'un tel état de choses, s'est appliqué au perfectionnement des parties essentielles du système actuel : la voie, la locomotive, les voitures, les roues, les essieux, etc.; il a tout transformé et a édifié de ce qu'il appelle les débris du système ancien un système d'ensemble entièrement nouveau.

Les avantages que doit procurer l'application de ce système sont les suivants :

1° *Une économie considérable dans les frais d'établissement*, par suite de la possibilité de franchir des pentes de 4 centimètres et de traverser des courbes de 15 mètres de rayon ;

2° *Sécurité complète pour les voyageurs*, par l'impossibilité du déraillement, des chocs et du renversement des voitures.

3° *Augmentation de vitesse* par suite de l'élargissement de la voie et de l'augmentation du diamètre des roues de la locomotive et des wagons.

Jusqu'à quel point l'application de ce système réalisera-t-elle ces brillants avantages? C'est une question sur laquelle on ne peut encore prononcer d'une manière absolue : les expériences du nouveau système n'ayant encore été faites qu'à l'échelle d'un cinquième des dimensions ordinaires, et les modèles réduits étant toujours exécutés avec une précision mathématique et entretenus avec un soin qu'il n'est guère possible d'apporter dans la pratique.

Nous nous bornerons donc à examiner par quels moyens M. de Jouffroy a cherché à remédier à un état d'imperfection qui, sous le rapport de l'économie et de la sécurité, met à un si haut prix l'emploi des voies de communication rapide.

Les parties essentielles qui distinguent son système du système ordinaire, et que nous aurons à examiner successivement, sont :

1° La voie ;
2° Les voitures ou wagons ;
3° Les appareils de sûreté ;
4° La machine locomotive.

Le principe de locomotion est, on le voit, absolument le même que pour le système actuel : la locomotive subsiste.

De la voie. Dans ce système, la voie, qui a une largeur de 2 mètres au lieu de celle plus ordinaire de $1^{m},44$, est composée de trois rails, ou plutôt de deux ornières latérales, et d'un rail central.

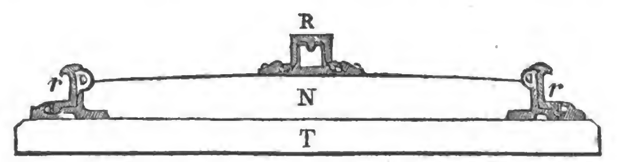


Fig. 47. Disposition de la voie.
T, traverse. — N, nervure. — R, rail central. — *rr*, rails latéraux.

Elle est élevée, ainsi que l'indique la figure, au-dessus de ces ornières, qui sont composées de deux bandes de fer plat à angles droits : l'une horizontale, l'autre latérale. Quant au rail central, dont l'intérieur est creux et le niveau supérieur à celui des deux premiers, il est fixé sur la traverse, et recouvert de stries plus ou moins profondes, afin de fournir à la jante en bois de l'unique roue motrice de la machine locomotive une large surface d'adhérence.

La voie repose, comme dans le système actuel, sur des tra-

verses en bois, placées à la distance de 1 mètre et demi, mais un peu plus rapprochées dans les courbes. Les joints se font au moyen de coins doubles, chassés dans les ouvertures ménagées entre les saillies des chairs et les massifs réservés aux deux bouts de chaque rail. Les traverses sont surmontées d'une côte ou nervure supportant le rail central. Par l'ensemble de cette disposition, dans laquelle le poids principal du convoi, celui de la locomotive, agit au milieu de la longueur de la traverse, la pression semble devoir se répartir également sur toute la surface de la voie. Ces rails sont en fonte. Leur poids total, joint à celui des chairs, est de 18 kilogrammes par mètre de chemin. D'après les calculs de l'inventeur, les frais d'établissement, malgré l'élargissement de la voie et l'adjonction d'un troisième rail, ne seraient guère plus considérables que dans le système actuel. Les avantages d'économie porteraient donc uniquement dans la réduction des grands travaux d'art et de terrassement.

Des voitures et wagons. Quant aux voitures et wagons, l'inventeur a voulu remédier aux inconvénients du parallélisme et du rapprochement des essieux, à ceux de la fixité des roues et du mouvement de lacet, conséquence presque inévitable de la disposition actuelle. Voyons quelle est, dans son système, la disposition de cette partie essentielle de l'ensemble des chemins de fer.

Dans l'examen du système de M. Arnoux, nous avons vu (pag. 176) que la rigidité de tout l'ensemble est maintenue comme dans le système ordinaire, à l'exception des essieux, qui, étant *articulés*, convergent selon que le rend nécessaire le rayon des courbes sur lesquelles on se meut. M. de Jouffroy, au lieu des essieux, a imaginé d'articuler les wagons eux-mêmes. A cet effet chacun d'eux se divise en deux parties, qui se réunissent sur un gond vertical, et dont chacune est traversée par l'essieu, autour duquel tournent les roues. Chaque demi-wagon est donc dans une parfaite indépendance, relativement à ceux qui l'accompagnent : deux articulations, espèces de charnières inflexibles dans le sens vertical et mobiles dans le sens horizontal, servent de lien entre eux. Par ce moyen d'articulation, chaque paire de roues, tournant sur les fusées comme les roues ordinaires, conserve, lors du passage des courbes, une entière liberté d'action.

Dans le système ordinaire, les wagons sont exposés au renversement, soit dans le cas du bris d'un essieu, soit par l'effet de la force centrifuge lors du parcours trop rapide de courbes à petit rayon. Ici ce grave inconvénient a pu être évité par l'abaissement du centre de gravité des voitures, lequel

se trouve à peu près à la hauteur des essieux et à quelques centimètres seulement au-dessus de la voie. D'un autre côté, cette disposition a permis d'augmenter le diamètre des roues, partant la vitesse, et cela sans dépenser plus de vapeur; et de plus, par suite de l'élargissement de la voie, de placer ces roues extérieurement aux voitures, ce qui augmente considérablement les conditions de stabilité de tout l'ensemble.

Des appareils de sûreté. D'après l'inventeur, ces appareils donneraient les moyens,

1° D'enrayer totalement ou partiellement des convois,

2° Et de pouvoir détacher instantanément l'une de l'autre, en cas d'accident, chacune des voitures composant le convoi.

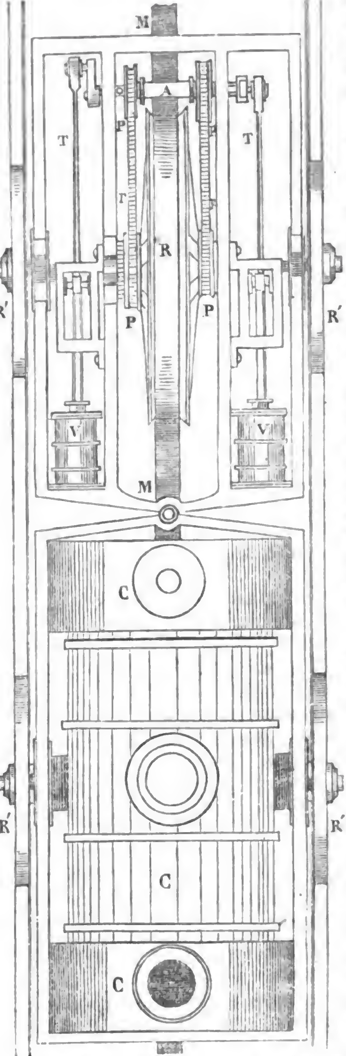
Le système d'enrayage consiste dans la manière dont les voitures sont liées les unes aux autres : à l'extrémité d'arrière de chacune, le bâtis, dans son milieu et à la hauteur du plan de l'essieu, est traversé par une tige de fer, rentrant dans l'intérieur de quelques centimètres, et portant un double écrou, destiné à servir de point d'appui au tirage; à l'avant, cette tige porte une moitié de charnière, qui, au moyen d'une cheville, facile à enlever à l'aide d'une bascule, s'articule avec la tige de la voiture qui précède. Ces tiges sont traversées, 1° par un double ressort chargé de les maintenir tendues dans le sens du tirage, de manière que l'écrou intérieur s'appuie contre le bâtis, et 2° par un levier qui met en jeu deux tiges correspondantes aux freins des roues.

Par suite de cette disposition, toutes les roues, en cas de choc ou d'arrêt subit du convoi, sont spontanément serrées par les freins, lesquels enveloppent près de la moitié de leur circonférence. Dans le système actuel au contraire, les freins n'agissent qu'à la main, et ne frottent que sur une très-petite partie de la circonférence des roues.

La locomotive peut être arrêtée presque instantanément et le tender enrayé, à l'aide d'un frein qui, comme on va le voir, agit par un grand bras de levier sur la roue motrice. Quant aux wagons, ils peuvent être enrayés par le machiniste au moyen d'un lourd sabot pressé contre le rail central.

De la locomotive. Nous voici arrivé à la partie la plus intéressante du système que nous avons à examiner. Cette partie est aussi la plus importante de l'ensemble, et c'est pour elle principalement qu'ont été opérées les modifications apportées dans le système de la voie : l'adjonction du rail central et le *striage* transversal de sa surface.

La locomotive, comme les voitures et les wagons, se divise en deux parties distinctes : celle de l'avant, de laquelle dépend



tout le mouvement du convoi, et celle de l'arrière, portant avec la chaudière une partie des générateurs de la force motrice.

La première partie, qui est un véritable tricycle (*V.* la *fig.* 48); se compose de la roue motrice R, qui marche sur le rail strié du milieu M, et d'une série de pignons P, et de chaînes sans fin *rr;* elle est supportée par deux petites roues R'. En avant de la roue motrice est un axe d'embrayage A, qui reçoit son mouvement des bielles et des tiges de piston T; ces pistons sont placés à l'arrière de cette roue, dans les cylindres V, qui, à travers une boîte mobile située et fixée dans le prolongement de l'axe central d'articulation, reçoivent la vapeur de la chaudière C.

Cette chaudière compose la seconde partie de la locomotive. Cette partie est articulée avec la première de la même manière que les demi-wagons le sont entre eux. De longues tiges placées à la disposition du mécanicien permettent à ce dernier d'opérer toutes les transformations de vitesse, de mouvement et de puissance qui sont propres au système : de communiquer, par exemple, le mouvement à l'un ou à l'autre des deux pignons P ou de le suspendre complétement.

Fig. 48. **Plan de la locomotive articulée du système Jouffroy.**

On comprendra l'avantage de cette innovation, si l'on considère que chacun des pignons de l'axe A correspond, au moyen des chaînes sans fin *r*, à un autre pignon fixé sur l'axe de la roue motrice et dont le diamètre est inversement plus petit ou plus grand. Par ce moyen on peut, sans ralentir la vitesse des pistons, diminuer ou augmenter à volonté la vitesse de la roue motrice. En effet, si le piston agit sur le pignon du plus grand diamètre correspondant à celui du plus petit diamètre fixé à l'axe de la roue motrice, la vitesse de cette roue se trouve augmentée, puisque, pour un tour de pignon directeur, le pignon dirigé peut en faire deux ou trois, suivant le rapport des diamètres. C'est ce qui arrivera dans toutes les parties de niveau. Mais, lorsqu'on aura une rampe à franchir, on embrayera le petit pignon, et pour un même nombre de coups de piston la roue motrice fera un moins grand nombre de tours. Dans ce cas, la vitesse est moindre, mais la puissance de locomotion est considérablement augmentée.

La grande roue motrice est composée de deux couronnes, dont la circonférence embrasse une jante intérieure en bois dur disposé *de bout*, c'est-à-dire dont la fibre est placée dans la direction des rayons de la roue. Sa circonférence se termine, en dehors de la jante, par deux rebords de 10 centimètres de saillie qui embrassent le rail central et servent de guides à la roue.

Tel est dans ce système l'ensemble du mécanisme de la machine locomotive. La question de l'adhérence de la roue sur le rail, question qui plusieurs fois a été soulevée, paraît résolue si l'on considère que le rail est strié transversalement, et que l'adhérence du bois sur la fonte du rail est incomparablement plus grande que celle qui, dans le système actuel, se développe par le simple contact du fer sur le fer. Toutefois, comme la force qui doit être produite est considérable, nous croyons que l'augmentation plus ou moins directe du poids de la grande roue motrice ne pourrait qu'amener sous ce rapport d'utiles résultats. Une objection, mieux fondée selon nous, a été soulevée relativement à l'augmentation de résistance déterminée par le striage du rail central et par l'établissement des deux rails à ornières, dispositions qui ont été employées dans l'enfance des chemins de fer et abandonnées depuis que l'expérience en a démontré les nombreux inconvénients.

Telle est l'idée générale du nouveau système de chemins de fer de M. le marquis de Jouffroy. Le peu d'espace dont il nous était permis de disposer nous a interdit l'analyse des détails, qui, nous devons le reconnaître, sont ingénieux et des mieux

entendus. Mais la question est de savoir si, dans l'application, ce système conservera la supériorité qui lui a été assignée par les expériences réalisées jusqu'ici. Cette question fait l'objet de doutes très-sérieux. Quoi qu'il en soit, le public se verra bientôt admis à décider lui-même de ce point important. Avec cette noble confiance en son œuvre qui jamais n'abandonne l'inventeur, M. de Jouffroy prépare à grands frais une expérimentation complète, avec une locomotive et des voitures de grandeur ordinaire. Si cette application détruit tous les doutes qui ont été élevés à son sujet,; si seulement elle confirme les espérances que l'expérimentation réduite a fait concevoir, il n'y aura pas à hésiter sur la substitution de ce système, essentiellement français, à celui qui est employé aujourd'hui.

II. DU SYSTÈME DE CIRCULATION DES VOITURES A VAPEUR SUR LES ROUTES ORDINAIRES.

Les nombreuses tentatives qui ont été faites pour appliquer la force de la vapeur à la locomotion sur les routes ordinaires ont échoué pour la plupart, faute de s'être attachés à déterminer d'avance les résultats économiques de cette application. Nous examinerons quels sont ces résultats avant de décider jusqu'à quel point il serait possible de généraliser ce mode de transport. Jetons auparavant un coup d'œil rapide sur son degré d'utilité, et sur l'historique des premières applications qui en ont été faites.

Une difficulté insurmontable pour ce genre de circulation, et qui paraît suffisante pour rendre impossible sa substitution complète aux voies de fer actuelles, c'est l'irrégularité de la surface que présentent les routes ordinaires, lesquelles auraient besoin avant tout d'être grandement améliorées pour que la locomotive, en les parcourant, ne risquât pas de se détraquer par les chocs et les soubresauts. Si en effet les moteurs animés, tels que le cheval, peuvent se plier à une grande variété de résistance, tout au contraire les mécanismes sortis de la main de l'homme présentent généralement une rigidité peu compatible avec des chocs qui viennent rompre un mouvement continu. Le parfait entretien des routes et aussi la bonne exécution de leur tracé sont donc, pour ce genre de communication, des conditions inhérentes à son application pratique.

La substitution de la force de la vapeur à celle des chevaux sur les routes de terre favorablement situées pour ce nouveau service peut procurer deux avantages importants : d'abord la

plus grande facilité d'entretien que la machine présente sur l'animal, en Angleterre surtout, où la houille est à bas prix et où les céréales atteignent des prix élevés, et ensuite l'économie à obtenir, par l'emploi du nouveau véhicule, sur les frais de réparation des routes que les pieds des chevaux fatiguent excessivement. C'est en effet un point démontré par une enquête ordonnée à ce sujet par la chambre des communes d'Angleterre, que les pieds des chevaux entrent pour trois cinquièmes, et les roues pour un cinquième seulement dans les dégradations occasionnées sur les routes par une diligence faisant 10 milles (16 kilomètres) à l'heure. Les roues des voitures à vapeur, devant être beaucoup plus larges que celles des autres voitures, tendent au contraire à consolider la route et à en unir les aspérités plutôt que de la détériorer. On voit donc que les motifs ne manquaient pas pour déterminer les inventeurs à se mettre en recherche de la solution de ce problème, de la circulation des voitures à vapeur sur les routes ordinaires. Examinons en peu de mots quels ont été les développements successifs de ce moyen de communication.

C'est, on l'a vu, à l'ingénieur Cugnot que sont dues les premières tentatives pour appliquer la force de la vapeur à la locomotion sur les routes ordinaires. Lors des expériences tentées dans la cour de l'Arsenal à Paris en 1770, un accident, qui n'était qu'un succès excessif, fit abandonner en France une invention que des efforts persévérants auraient peut-être permis d'utiliser beaucoup plus tôt.

Quoi qu'il en soit, ce sont l'Angleterre et les Etats-Unis qui, les premiers, profitèrent de l'invention de l'ingénieur français. En 1804, Evans fit à Philadelphie l'essai public d'une machine à vapeur marchant aussi sur les routes ordinaires, mais seulement à la vitesse d'une lieue à l'heure. Trevithick et Vivian, avant de construire la grande locomotive qui fonctionna avec succès sur le chemin de fer de *Merthyr-Tydwill*, avaient tenté sur les routes ordinaires plusieurs essais qui ne réussirent que partiellement.

La solution du problème fut à peu près abandonnée jusqu'en 1825. A cette époque, le succès obtenu sur le railway de Darlington à Stockton fit entreprendre de nouveaux essais. Une machine construite par un habile ingénieur, M. Gurney, parvint à gravir sur les routes ordinaires des pentes de 2 et 5 millimètres. L'ingénieur, encouragé par ce premier succès, fit de nouveaux essais et perfectionna sa voiture : il la rendit plus légère, plus longue et plus élevée que les diligences ordinaires, dont elle ne différait guère quant à la forme générale : l·

chaudière et le foyer étaient placés derrière la caisse de la voiture; les roues, au nombre de six, étaient divisées deux par deux ; celles du train de devant étaient dirigées par le conducteur au moyen d'un appareil particulier servant de guide à la voiture et à la faire marcher en avant ou en arrière à volonté; la sortie de la vapeur qui était ménagée de manière à ne pas incommoder les voyageurs s'opérait en jets très-minces et continus qui ne produisaient presque pas de bruit.— Cette voiture parcourut, pendant les quatre derniers mois de 1831, la route de Glocester à Cheltenham. Le trajet, qui est entre ces deux villes de 3 lieues et demie, se faisait communément en une heure, avec une charge de trente-six personnes. Le nombre de voyages était de quatre par jour. Un accident arrivé à la voiture arrêta le service, qui ne fut plus repris, *faute de bénéfices suffisants*. Trois mille voyageurs furent transportés pendant ces quatre mois.

Cependant les effets obtenus par l'appareil de M. Gurney décidèrent plusieurs autres ingénieurs à imiter ses efforts et à tenter de nouvelles applications de son procédé. Le docteur Church, de Birmingham, est l'un de ceux dont les combinaisons obtinrent le plus de succès. Sa voiture, qui pendant plusieurs années a fait le service entre Londres et Birmingham (de 1833 à 1837), offrait un mécanisme aussi simple qu'ingénieux et assez rapproché déjà d'une entière perfection. L'appareil, de la force de soixante chevaux, et placé sur le derrière de la voiture, ne dégageait aucune fumée et était contenu tout entier dans l'intérieur ; la chaudière, garantie contre l'explosion au moyen de soupapes de sûreté parfaitement ménagées, contenait un grand nombre de petits tubes entourés par l'air chaud, système emprunté aux machines locomotives, et dont l'effet est d'accroître dans d'énormes proportions la production de vapeur, partant la force de la machine.

Une commission, nommée par le parlement pour vérifier l'effet des voitures à vapeur du docteur Church, reconnut :

1° Qu'elles marchaient sur les routes ordinaires avec une vitesse de 3 lieues à l'heure, en transportant plus de quinze voyageurs;

2° Que leur poids total était au-dessous de 7,000 livres, y compris les voyageurs, l'eau et le charbon;

3° Qu'étant munies de roues suffisamment larges, elles fatiguaient les routes moins que ne le font les voitures traînées par des chevaux, dont les pieds dégradent promptement le sol;

Et 4° qu'elles n'offraient aucun danger, et qu'elles pouvaient monter et descendre avec une égale facilité les chemins en pente.

Le gouvernement anglais favorisa cette industrie naissante; toutefois le service établi entre Londres et Birmingham ne put se maintenir par suite de *la concurrence créée par l'établissement du chemin de fer* qui relie aujourd'hui ces deux villes.

Nous n'entrerons pas dans de plus longs développements quant aux améliorations dont ce mode de transport a été successivement l'objet (1). Nous ne ferons que mentionner les ingénieux perfectionnements qui y ont été introduits par M. Hancock, dont la voiture fonctionnait entre Londres et Pontonville, et par MM. Summers et Ogle, de Southampton, dont les voitures circulent à raison de 5 lieues à l'heure. Ce terme a encore été dépassé par un savant ingénieur anglais, Francis Macerone, lequel a accompli le voyage d'aller et retour de Londres à Windsor avec une vitesse de 6 lieues à l'heure. Il est bon de faire observer cependant que le terrain entre ces deux villes est généralement de niveau, et que cette vitesse de 6 lieues à l'heure peut être évaluée en moyenne, et pour la plupart des cas, à 4 lieues seulement.

N'oublions pas de mentionner ici les essais tentés par un mécanicien français, M. Séguier, auquel des travaux remarquables ont ouvert les portes de l'Institut. M. Séguier, après de longues expériences, est parvenu à vaincre une des plus grandes difficultés que présente la direction des voitures à vapeur, et qui consiste à les faire tourner sous tous les angles possibles. La solution de cette difficulté a levé un des grands obstacles qui s'opposaient encore à l'application pratique des voitures à vapeur sur les routes ordinaires.

Jusqu'à ce jour le succès de ce mode de transport n'a été que partiel. Les inégalités des routes qui déterminent souvent le dérangement du mécanisme, ainsi que le poids très-élevé des voitures, sont les principaux obstacles qui s'opposent à ce qu'on en fasse une application véritablement pratique. Cependant un ingénieur anglais, M. Prosser, paraît avoir trouvé le moyen de parer à ces inconvénients, et une compagnie, formée récemment (février 1844) pour la réalisation de ce moyen, contribuera très-probablement à faire avancer l'état de la question. Il s'agit de disposer sur l'un des accotements des grandes routes actuelles une voie en bois, sur laquelle les roues devront marcher; la périphérie desdites roues sera recouverte avec des

(1) Mentionnons cependant les intéressants essais de M. Dietz à Paris et à Bruxelles, lesquels ont prouvé la possibilité de parvenir au but désiré avec des routes plus uniformes et des machines moins pesantes.

bandes de bois, afin d'empêcher la percussion ; de sorte que la voiture pourra avancer avec un mouvement aussi doux, plus doux même que sur les chemins de fer. Cette voie, construite en sapin écossais, préalablement durci et conservé par des procédés particuliers (1), est évaluée devoir coûter 12 à 15,000 fr. par kilomètre, en y comprenant les petites tranchées que l'on se propose de creuser à travers les collines d'une pente trop forte pour être facilement et promptement franchies par les voitures (2).

Tel est le point où se trouve arrivée aujourd'hui la question de la circulation des voitures à vapeur sur les routes ordinaires, c'est-à-dire que, pour rendre cette circulation praticable, il est indispensable d'établir des chemins particuliers et qui pourront entraîner à des dépenses plus ou moins considérables, suivant les inégalités du sol qu'il s'agira de régulariser.

Le rôle que ces moyens de communication pourront jouer dans l'économie des transports dépend, on le conçoit, des avantages qu'ils peuvent présenter sur les voies de communication les plus parfaites, sur les chemins de fer. Les avantages respectifs qu'il s'agit d'examiner ici sont de deux sortes, l'économie et la vitesse.

Relativement à ce dernier avantage, on vient de voir que la vitesse moyenne sur les routes d'inclinaison ordinaire ne s'est guère élevée au-dessus de 4 lieues à l'heure. Evidemment cette vitesse sera dépassée au moyen du système dont il a été parlé en dernier lieu; mais il est à remarquer que ce système lui-même constitue un côté entièrement nouveau de la question qui nous occupe, qu'il ne s'agit plus du transport sur les routes ordinaires proprement dites, mais sur des voies nouvelles préparées à cet effet, et dont les frais d'établissement s'élèveront à la somme de 60,000 francs par lieue, indépendamment des frais annuels d'entretien, qui nécessairement seront assez élevés. En définitive, la vitesse moyenne sur les chemins de fer étant au moins de 8 lieues à l'heure, il est constant que la vitesse obtenue par le moyen des voitures ordinaires circulant sur les voies ordinaires sera de moitié moindre.

Sous le rapport de l'économie, il faut considérer l'économie

(1) Nous avons parlé ailleurs de ces procédés (*V*. p. 232).

(2) Les prospectus de la compagnie, en appelant l'attention sur le prix élevé des tarifs des principaux chemins anglais, promettent au public l'établissement de tarifs qui ne seront que le tiers seulement de ceux que perçoivent les compagnies des chemins de fer.

des frais de premier établissement et celle des frais d'exploitation. Sous le premier point de vue le désavantage est tout entier du côté des chemins de fer, dont les frais d'établissement, excessivement coûteux, se réduisent à zéro dans le système opposé. Mais la situation change complétement quant aux frais d'exploitation. C'est ainsi que, dans les circonstances même les plus défavorables, la résistance au frottement sur un chemin de fer n'est que de *cinq millièmes* de la charge à transporter, tandis qu'elle est de *quatre centièmes* sur la meilleure route, et huit fois plus grande par conséquent. Si l'on suppose que les voitures à vapeur soient destinées à franchir des rampes de 3 centimètres, ce qui arrive fréquemment dans la pratique, la résistance totale sera de *sept centièmes* du poids. La dépense moyenne s'élèvera à 80 centimes par kilomètre, dont la majeure partie est applicable aux frais d'entretien et de réparation ; elle s'élèvera au double si le service se fait sur une route inégale. Si l'on considère que l'espace parcouru répond à un emploi de temps et à une dépense aussi doubles, on voit que le convoi coûtera 1 franc 60 centimes par kilomètre, ce qui dépasse considérablement le prix auquel revient le transport d'un poids égal, non-seulement sur les chemins de fer, mais même sur les routes de terre avec les moyens ordinaires de transport. En admettant même, ainsi qu'on l'a annoncé, qu'une voiture de la force de quinze chevaux, portant vingt voyageurs, ne dépense pour une course de 120 kilomètres que 106 francs seulement, soit 88 centimes par kilomètre, à la vitesse de 12 kilomètres à l'heure, le transport de vingt voyageurs par cheval pourra s'effectuer à vitesse égale et pour une somme sensiblement moindre. On peut donc considérer comme un fait établi que le frottement énorme qui s'opère à la circonférence des roues s'opposera toujours à la circulation économique des voitures à vapeur sur les routes ordinaires.

Une autre cause d'infériorité de ce mode de communication consiste dans les chocs qui se produisent sur les meilleures routes, chocs qu'aucun système de suspension ne peut complétement détruire, et dont les effets sur le mécanisme sont des plus délétères. On a proposé comme remède à cet inconvénient un système de construction de chaussée qui est en usage dans quelques villes d'Italie, et qui consiste à disposer pour le passage des roues des bandes longitudinales en pierre dure, taillées à la manière des dalles de nos trottoirs, et à remplir en pavé ordinaire l'intervalle qui les sépare. Le frottement, sur ces chaussées, est considérablement diminué ; le tirage ne s'élève qu'à environ un cent quatre-vingtième, et les chocs sont entiè-

rement supprimés. Mais on a reconnu qu'il ... à peu près impossible de maintenir des voitures ...ées de grandes vitesses dans une voie qu'aucune ...ne ne limite latéralement. On a donc renoncé à ce ...stème, presque aussi dispendieux que celui des che... de fer, et qui n'offre ni la même économie da... frais de transport, ni la même sécurité à de grand... vitesses.

En résumé, on peut donc prévoir que, à moins de grands perfectionnements dans l'emploi de la vapeur ou de tout autre agent mécanique analogue, ce moyen de circulation ne saura jamais tenir lieu de chemins de fer. L'obstacle principal qui s'oppose surtout à son application véritablement pratique, le frottement à la circonférence des roues, sera très-probablement évité par le moyen du pavage en bois d'une portion des routes. On parle également d'employer l'asphalte au même objet. Quand donc ces perfectionnements seront opérés, quand la surface des routes aura été égalisée et aplanie, de manière à diminuer l'effort nécessaire à la traction, tout porte à croire que ce mode de transport pourra recevoir une application usuelle et pratique. Sans doute il ne pourra pas se substituer aux chemins de fer, dont une vitesse sans égale restera toujours l'apanage; mais il pourra leur servir de complément et desservir les lignes dont le mouvement commercial, peu considérable encore, ne suffirait pas à l'établissement et à l'entretien d'un railway. Il existe dans tous les pays un grand nombre de points qui n'ont pas encore acquis assez d'importance pour que l'on puisse penser à y établir un chemin de fer. C'est sur ces points principalement que l'application du mode de transport dont nous venons de nous occuper pourra offrir les plus grands avantages.

III. DU SYSTÈME HYDRAULIQUE.

Chacun sait que l'eau est un intermédiaire excellent pour la transmission d'un pouvoir dynamique, et que même elle est le principal, si ce n'est le seul agent, dans les cas où le pouvoir naturel de transmission doit être lancé dans toute sa force; elle est par sa nature d'une grande ductilité, douée d'une très-grande pesanteur; elle est incompressible, propriété qui lui communique un pouvoir extraordinaire de gravitation et de force acquise, c'est-à-dire de *pression*. Ce simple fait dynamique est la base principale du système dont nous avons à nous occuper; l'inventeur, M. Shuttleworth, ingénieur anglais, s'est attaché à profiter de la puissance de l'eau et à pousser avec la

force de pression nécessaire les convois circulant sur les chemins de fer. Examinons les moyens qu'il a employés pour atteindre ce but.

De larges réservoirs d'eau, placés à distance égale le long de la ligne, sont élevés à une hauteur d'environ 60 mètres au-dessus des rails. Entre chacun de ces grands réservoirs, que l'auteur du système appelle *stations de première puissance*, sont placés, à des intervalles qui dépendent de la quantité d'eau et de la nature du pays, d'autres réservoirs de dimensions moindres, et appelés pour cette raison *stations de seconde puissance.* Ces dernières stations sont alimentées par les premières au moyen de tuyaux qui, partant du point le plus élevé, communiquent entre elles par un niveau parallèle à la voie. Des tuyaux courbés portent l'eau des stations de première et de seconde puissance jusqu'aux *conduits de propulsion:* c'est ainsi que l'auteur appelle les tuyaux qui servent à pousser les convois sur la route ferrée. Ces tuyaux sont placés au centre de chaque voie, à des intervalles égaux, c'est-à-dire qu'après 63 mètres de conduits de propulsion viennent 140 mètres de tuyaux-squelettes (*skeleson piping*) (1); un de ces genres de tuyau, remplaçant alternativement l'autre dans toute l'étendue de la ligne, et les conduits de propulsion aussi bien que les tuyaux-squelettes étant fixés sur les traverses du chemin de fer.

Les conduits de propulsion ont 33 centimètres à l'intérieur et 66 mètres de longueur chacun. A leur partie supérieure se trouve dans toute leur étendue une ouverture destinée, comme dans le système atmosphérique, au passage d'un piston qui se trouve attaché à la première voiture du convoi. Chaque station de l'une ou l'autre puissance doit faire fonctionner deux sections du conduit de propulsion, l'une en montant la ligne, l'autre en la descendant. Entre chaque section du conduit propulsif se trouve placé un tuyau-squelette qui n'est là que pour servir de guide au piston.

Les convois sont toujours poussés dans une même direction. L'une des voies ne peut servir qu'à la remonte et l'autre à la descente. Quant aux stations des deux puissances, elles fonctionnent également sur les deux voies de la ligne, bien qu'elles

(1) Ce nom étrange est celui qui a été donné par l'inventeur à des espèces de tuyaux qui n'en ont que l'apparence, car ils n'ont d'autre fonction que celle de servir de guide au piston quand il a quitté le conduit propulsif et qu'il se dirige sur le conduit suivant. Ces tuyaux ont la forme du conduit propulsif; mais la force motrice n'y est pas introduite.

soient placées sur le côté du chemin qui a paru le plus commode à leur établissement.

Les moyens employés pour pousser les convois sur le chemin de fer hydraulique sont empruntés d'abord à la pression de l'eau dans un tuyau vertical descendant du réservoir de la station de première puissance, située, comme nous l'avons vu, à une hauteur de 60 mètres au-dessus du niveau des rails. Ce tuyau vertical, qui a une soupape à son extrémité inférieure, se joint à cet endroit avec un tuyau courbé qui communique avec la première section du conduit de propulsion. A l'approche du convoi, la première voiture, à laquelle est attaché le mécanisme, au moment où le piston, qui lui-même fait partie du mécanisme, est entré dans le conduit propulsif et étend une espèce de bras ou de manche, lequel ouvre la soupape placée au bas du tuyau vertical, l'eau sort alors par-dessous, et, entrant avec force dans le conduit propulsif, elle pousse le piston et le précipite avec tout le convoi jusqu'au bout du conduit. La force de pression que cette opération imprime au convoi lui fait traverser sans autre moteur le tuyau-squelette, c'est-à-dire une distance de 140 mètres, après laquelle il rencontre un autre conduit propulsif, alimenté par une station de seconde puissance, et il continue ainsi jusqu'au bout du chemin.

La soupape qui donne accès à l'eau dans le tuyau de propulsion ne s'ouvre qu'en partie au moment où le piston arrive, et l'ouverture s'élargit au moment où le piston parvient à l'extrémité du conduit; alors la soupape se referme, et la masse d'eau est réservée pour le convoi suivant. L'eau qui est entrée dans le conduit de propulsion derrière le piston en sort par l'autre extrémité, et est recueillie dans une citerne à air placée tout exprès pour la recevoir. Cette citerne a une soupape qui permet à l'eau de s'écouler au dehors ou bien de rentrer dans un conduit d'où elle revient dans le réservoir au moyen d'une pompe.

Une ouverture ou fente règne tout le long de la partie supérieure du conduit de propulsion, afin de donner passage au piston conducteur des convois et de lui permettre de traverser librement ce conduit d'un bout à l'autre. C'est pourquoi l'on est obligé d'établir une soupape continue, afin d'empêcher la déperdition de l'eau. Ces fentes ou ouvertures sont plus larges à l'intérieur du tuyau qu'à l'extérieur; elles sont renfermées au moyen de soupapes longitudinales en caoutchouc, attachées à un fil de fer et disposées de manière à boucher hermétiquement les ouvertures. La pression de l'eau dans le conduit propulsif maintient les soupapes à leur place pendant le temps qu'elles sont en action. Les soupapes longitudinales que nous

venons de décrire s'étendent sur toute la ligne et sont réunies pendant les intervalles des tuyaux-squelettes au moyen de simples fils de fer, attendu qu'elles ne sont nécessaires qu'aux endroits où se trouvent des conduits propulsifs. Cinq à six roues de frottement sont attachées à l'appareil du piston, afin de l'empêcher de vaciller à mesure qu'il s'avance le long des conduits. Il y a en outre plusieurs anneaux en caoutchouc autour du piston pour qu'il ne s'imbibe pas d'eau pendant son parcours dans l'intérieur des tuyaux. Enfin cet appareil est disposé de manière à guider les soupapes en caoutchouc et à les fixer sur les ouvertures par derrière le piston. Une roue fonctionne ensuite par-dessus les ouvertures afin de maintenir de niveau la partie supérieure des soupapes. L'inventeur est convaincu qu'avec une pression équivalant à cinq ou six atmosphères il pourra faire traîner un convoi le long des conduits de propulsion à raison de 44 kilomètres à l'heure; la force acquise précipiterait le convoi sur les sections de tuyaux-squelettes avec une rapidité qui ne serait diminuée que de 3 ou 4 kilomètres tout au plus. A l'aide de longs calculs, il établit ensuite que la force agissante de la propulsion hydraulique peut vaincre facilement et à de grandes vitesses des pentes de 5 centimètres par mètre.

Tel est, en résumé, le système des chemins de fer hydrauliques, de l'invention de M. Schuttleworth. Il nous serait impossible, à moins de donner de nombreux dessins et d'entrer dans de très-longs détails, que ne comporte guère l'état assez imparfait encore d'une invention à son début, de présenter toutes les combinaisons ingénieuses que l'auteur met en usage pour tirer parti de la puissance hydraulique, ainsi que pour arriver à la sécurité des convois. Ce que nous venons de dire suffira pour donner une idée générale de l'agencement de ce système. On voit qu'il se rapproche, sur certains points, du système atmosphérique; dans les deux cas, le pouvoir moteur est obtenu de la même manière par un tuyau disposé entre les rails. Toutefois le tuyau hydraulique n'est pas continu comme celui du système atmosphérique; dans ce dernier, la continuité est indispensable, parce que la force motrice est beaucoup plus faible que dans le système hydraulique (1). La soupape longitudinale atmosphérique de MM. Samuda et

(1) D'après les calculs de l'inventeur, dont nous ne voulons point garantir l'exactitude, la supériorité de puissance du système hydraulique sur le système atmosphérique serait dans le rapport de un à huit.

Cleggs est recouverte d'un enduit qui ne se détériore pas par le froid, de sorte que les clapets conservent tout leur jeu. Ce résultat s'obtient dans le système hydraulique par l'introduction dans les tuyaux d'une dissolution saumurée qui empêche l'eau de se geler. L'inventeur pense qu'il n'emploiera pas une plus grande quantité d'eau qu'il n'en faut avec le système atmosphérique, attendu que la même eau revient constamment des tiroirs dans les tuyaux et des tuyaux dans les réservoirs, de manière que l'on n'a besoin de renouveler que la partie de ce fluide qui s'évapore ou se perd par des fuites. Mais l'avantage principal que le système hydraulique, s'il pouvait être rendu applicable, présenterait sur le système atmosphérique serait d'obtenir une pression illimitée sans changer la dimension du piston, et d'obtenir, avec très-peu de dépense, la force motrice nécessaire au parcours entier de la ligne. Son avantage sur le système actuel serait, à vitesse égale, une économie de plus des deux tiers sur les frais d'établissement (1) et de moi-

(1) L'économie des frais de premier établissement provient principalement de la diminution dans la quantité des terrassements, dans la réduction de la dimension et de la force des ponts et de la diminution du poids des rails, par suite de la suppression des locomotives dont le poids énorme non-seulement nécessite des rails proportionnés, mais est encore un des obstacles qui empêchent de franchir les rampes élevées. M. Shuttleworth évalue à 1,030,400 francs la réduction des dépenses des premiers frais d'établissement que son système aurait procurée dans la construction d'un embranchement de 18 milles (29 kilom.) de longueur construit sur le *Great-Western* d'après le système ordinaire. Voici ce calcul, qui nécessairement aurait été plus décisif encore s'il eût porté sur une route plus accidentée et conséquemment plus favorable au système de propulsion hydraulique que ne l'est le *Great-Western* :

Dépense pour la locomotion à vapeur.	
Terrassements, 837,000 yards à 1 sh. 3 d....	52,312 l.
Ponts, 68 à 950 l. l'un....................	64,600
Rails et chairs, 4,752 tonnes à 6 l..........	28,512
Total pour la locomotion à vapeur..	145,424 l.
Dépense pour le système hydraulique.	
Terrassements, 240 yards à 1 sh..........	12,000 l.
Ponts, 68 à 250 l. l'un....................	17,000
Rails et chairs, 2,036 tonnes à 6 l..........	12,216
Total du système hydraulique......	41,216 l.

ce qui constituerait une économie de plus des deux tiers dans les frais d'établissement. A cette économie il convient encore d'ajouter celle résultant de la diminution des frais d'entretien et de la suppression des locomotives.

tié environ sur les frais d'exploitation ; des rampes de deux centimètres par mètre pourraient être surmontées sans aucun ralentissement de vitesse, faculté que ne posséderont jamais, au moins à degré égal, les locomotives à vapeur aujourd'hui en usage.

Toutefois, au point où en est cette invention, l'exécution et l'exploitation d'un chemin de fer hydraulique nous semblent de nature à présenter encore de grandes difficultés, et la coûteuse nécessité de faire monter une masse d'eau considérable à une hauteur de 60 mètres nous paraît rendre très-contestable le calcul par lequel l'inventeur établit l'économie considérable qui doit résulter de l'application de son système. Cependant le principe sur lequel est fondé le mode de propulsion hydraulique, appliqué aux chemins de fer, peut amener tôt ou tard quelques résultats; c'est seulement après l'expérience qui va avoir lieu sur le railway de Dublin à Cork, disposé à cet effet sur une étendue de 18 milles (29 kilomètres), qu'il appartiendra de prononcer d'une manière définitive sur le mérite, l'économie et la facilité que pourrait présenter l'application générale de ce système.

IV. DU SYSTÈME ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE.

On nous permettra, avant d'entrer en matière, de dire quelques mots seulement sur le galvanisme, le père ou le précurseur de l'électro-magnétisme.

Ce nom de *galvanisme* s'applique à l'espèce d'électricité que l'on produit en mettant en contact, dans de l'eau aiguisée d'acide sulfurique, deux métaux hétérogènes, tels que le cuivre et le zinc par exemple; c'est pourquoi on le nomme également *électricité de contact*, ou encore *électricité voltaïque*, parce que Volta fut le premier à démontrer qu'il n'était pas d'origine animale, comme l'avait supposé Galvani, mais bien le produit de métaux hétérogènes mis en contact. Toutefois l'électricité peut aussi se produire par le contact en dehors du liquide d'un fil métallique dont une des extrémités aboutirait à une plaque de cuivre et l'autre à une plaque de zinc; ce fil, qui sert alors de conducteur pour l'électricité qui se développe, reçoit dans ce cas le nom de *fil conducteur* ou de communication. Lorsqu'on approche du fil conducteur, dirigé horizontalement du nord au sud, une aiguille magnétique suspendue à un fil de cocon, cette aiguille, d'après des lois déterminées et suivant la force du courant électrique, dévie plus ou moins sensiblement de sa direction primitive. C'est ce phénomène que présente l'aiguille aimantée sous l'influence électrique qui a servi

de base à cette nouvelle branche des sciences physiques à laquelle on a donné le nom d'*électro-magnétisme.*

Depuis cette découverte, qui remonte à 1820 et qui est due à M. OErsted, physicien danois, un grand nombre de savants se sont appliqués à donner une utilité pratique à la force merveilleuse dont la source est dans l'électro-magnétisme. Parmi ceux qui se sont occupés de cette question avec le plus de succès, il convient de citer M. Stœrer, de Francfort-sur-le-Mein, qui construisit en 1838 une petite machine motrice électro-magnétique, qui attira vivement l'attention.

Le principe de la machine repose sur cette loi d'attraction et de répulsion qui se manifeste dans deux pièces de fer, chargées (au moyen d'un courant galvanique) alternativement d'électricité positive puis négative, et rendues par ce moyen magnétiques. Cette machine consiste en deux séries concentriques de tiges de fer entourées de spirales de fils conducteurs, dans lesquelles circule le courant électrique. Chaque série se compose de douze de ces tiges, espacées entre elles de 6 à 8 centimètres. Les tiges de la série extérieure sont à une distance d'environ $1^{m},25$ de celles de la série intérieure. La série extérieure est immobile, l'intérieure est attachée à la périphérie d'un disque mobile ou volant. Dans cet état, le mécanisme est mis en mouvement avec les fils d'une batterie galvanique, de telle façon que les tiges de l'une des séries soient d'abord chargées d'électricité positive, et celles de l'autre série d'électricité négative; mais presque aussitôt, par une disposition de l'appareil conducteur, le courant de l'une des séries change tout à coup de direction, et les tiges se trouvent chargées d'électricité du même nom.

La conséquence de ce mode de chargement, c'est que les tiges en regard s'attirent d'abord en vertu du magnétisme qu'on leur a communiqué; mais, dès que le renversement de la polarité de celle de l'une des deux séries a été opéré et qu'elles sont devenues des aimants, elles se repoussent avec la même énergie. C'est la répétition singulière de ces attractions et de ces répulsions successives qui fait que chacune des tiges de la série intérieure mobile est attirée et repoussée alternativement par toutes les tiges de la série extérieure immobile, et que le premier de ces cercles prend un mouvement de rotation uniforme. — Chacun des éléments ou couples galvaniques consiste en un cylindre de cuivre, un autre cylindre en zinc assujetti dans le premier, et un mélange chimique qui les met en communication.

Cette machine indique parfaitement la marche à suivre pour faire servir à la locomotion la force électro-magnétique; ce-

pendant elle ne suffit pas pour résoudre la question au point de vue industriel et pratique; elle manque d'un appareil pour mesurer directement, tant la quantité d'électricité que celle du magnétisme développé; elle nécessiterait encore, pour atteindre un degré quelconque d'utilité pratique, la solution d'un autre problème : savoir, le mode et le moyen qu'il conviendrait d'employer pour que l'application de la force électro-magnétique s'opérât de la manière la plus économique. Cependant, malgré son état d'imperfection, elle n'en constitue pas moins un très-grand progrès, en ce qu'elle permet de déterminer d'une manière certaine les propriétés de la force motrice électro-magnétique, ainsi que ses avantages directs et généraux. Voici quels sont ces avantages, tels qu'ils ont été signalés par l'inventeur lui-même :

1° *La force électro-magnétique ne présente aucun danger ;* elle ne s'accumule pas et ne se produit que lorsqu'on établit le circuit galvanique, ou lorsque l'électro-moteur est mis en activité.

2° *L'électro-moteur* particulier, construit par l'inventeur, *ne dégage aucun gaz nuisible à la santé, susceptible de faire explosion ou de brûler.* Il n'exige par conséquent aucune espèce de surveillance pendant qu'il fonctionne.

3° On n'a besoin ni de renouveler le liquide, ni de nettoyer les plaques de zinc pendant un certain temps (environ douze heures). *Pendant le chômage et les temps d'arrêt* de la machine, c'est-à-dire lorsqu'on interrompt le courant, *la consommation* du zinc *est à peu près nulle.*

4° *Cette consommation est d'autant moins considérable, que la machine fonctionne avec plus de célérité*, tandis que dans les machines à vapeur le rapport de la consommation du combustible suit une marche inverse.

5° *La machine n'éprouve presque aucune usure,* et par conséquent on n'a pas à compter de frais particuliers pour son entretien.

6° *La force électro-magnétique produit le plus haut degré de vitesse,* et par conséquent s'adapte parfaitement aux besoins de locomotion rapide des sociétés modernes.

7° *Elle possède,* sous toutes les forces ou vitesses d'impulsion, *une très-grande élasticité,* de façon qu'on peut suspendre tout à coup et sans choc le mouvement le plus rapide; elle est *continue* et reste *constante,* de telle sorte que pour une même résistance la vitesse reste la même.

8° *Enfin les frais de consommation peuvent être considérés comme purement nominaux,* attendu que le produit de la consommation du zinc (sulfate de zinc) reçoit un emploi dans la

fabrication d'autres produits dont l'industrie fait journellement usage.

Tel est le résumé des avantages de la force motrice électro-magnétique, avantages confirmés par les différentes expériences auxquelles fut soumise la petite machine de M. Stœrer.

Ces résultats avaient assez d'importance pour engager l'inventeur à continuer ses expériences et à les entreprendre sur une plus grande échelle. Les feuilles allemandes du mois de juillet 1842 annoncèrent que M. Stœrer avait fait sur le chemin de fer de Dresde à Leipzig des expériences avec la machine de son invention, d'une force de douze chevaux, et que ces expériences avaient eu un plein succès (1). Toutefois, comme aucun détail n'a été publié depuis sur cette expérience, tout porte à croire que l'annonce de ce succès était au moins prématurée.

D'autres tentatives ont encore été faites en Allemagne pour appliquer l'électricité comme puissance motrice. Les plus connues sont celles de M. Wagner, auquel la diète germanique avait promis une somme de 100,000 florins (215,000 francs) pour le cas où il parviendrait à produire une force suffisante pour mouvoir sur un chemin de fer un convoi pesant 10,000 kilogrammes. Les journaux allemands du mois de juillet 1844 annoncent sans autre indication que l'offre a été retirée par la diète, soit que cette assemblée ait changé de détermination, soit que l'appareil n'ait pu être terminé et que l'inventeur ait succombé sous des obstacles imprévus.

Le même problème occupe depuis bien des années l'esprit des ingénieurs anglais, qui, comme on sait, soit qu'ils inventent ou qu'ils s'emparent des inventions étrangères, abandonnent rarement une question industrielle sans l'avoir épuisée et sans savoir à quoi s'en tenir sur les avantages de sa mise en pratique. Jacoby, Davenport, Stores et plusieurs autres y ont consacré beaucoup de travail et de talent, et ont indiqué plusieurs applications nouvelles. Toutefois les expériences qui ont été entreprises par eux n'ont apporté aucun résultat nouveau.

Ce système est-il destiné à réaliser les grands résultats que ses inventeurs en attendent, et, dans la pratique, l'électro-magnétisme remplacera-t-il avantageusement la vapeur sur les chemins de fer? C'est une question sur laquelle on ne

(1) L'expérience a eu lieu le 22 juillet 1842. Au dire de ces journaux, la machine n'avait coûté à construire que 5,000 fr., et elle n'exigeait que 3 fr. 60 cent. pour son entretien et sa consommation de chaque jour.

peut encore se prononcer d'une manière absolue, car chaque jour les bases sur lesquelles s'édifie le nouveau système sont mieux étudiées et acquièrent plus de consistance. Pour le moment, il nous suffira d'avoir constaté le point où se trouve parvenue cette science nouvelle : on a inventé un appareil moteur électro-magnétique, on l'a exécuté et mis en pratique. Cet appareil, en surmontant les difficultés qui s'étaient présentées jusque-là, a réalisé des avantages sur lesquels on avait à peine osé compter. De plus il est établi que sa force peut atteindre celle de douze chevaux, et qu'une multiplication beaucoup plus grande de cette force n'offrirait très-probablement aucune difficulté. En se tenant donc aux faits seulement et en rejetant les probabilités, il paraît certain que toutes les fois que l'on aura besoin d'une force motrice d'une faible intensité, l'électro-magnétisme présentera sur la vapeur de nombreux avantages. Sans doute on ne peut former encore que des conjectures relativement à l'époque où cette substitution aura lieu; mais les éléments existent, la route est tracée, arriver au but ne paraît plus qu'une affaire de persévérance et de temps.

V. LOCOMOTIVES A AIR COMPRIMÉ ET DILATÉ.

Il est reconnu que l'air peut être porté à un degré de compressibilité que n'ont pu atteindre encore les moyens dont la science dispose. Comme la vapeur, l'air comprimé jouit d'une grande élasticité. Il reprend son volume habituel dès que cesse la cause de compression ; il fait donc l'effet d'un ressort parfaitement élastique et peut servir à emmagasiner une certaine portion de force à une époque pour la rendre à une autre. Il est encore un autre principe physique depuis longtemps établi, c'est que l'air comprimé peut se transporter dans des vases et dépenser sa force dans une autre localité que dans celle où il l'a reçue; il peut servir ainsi à varier le temps et le lieu d'emploi des forces naturelles ou artificielles.—Tels sont les principes, connus depuis longtemps, et dont il s'agissait de tirer parti en les appliquant à la locomotion.

Parmi les noms des inventeurs qui les premiers se sont occupés de l'application de ces principes, nous trouvons ceux de deux artisans qui ont essayé instinctivement, sans aucune prétention à la science, d'employer le pouvoir moteur dont nous nous occupons ici : l'un de ces hommes est M. *Allard*, mécanicien de Guize en Picardie; l'autre est M. *Roussel*, simple horloger à Versailles. Le premier fit fonctionner en 1838, en présence de ses concitoyens, une machine fixe, mise en mouvement

au moyen de l'air, continuellement refoulé à la main par une pompe. Le second, un peu avant cette époque, avait construit un chariot de son invention; il remplissait d'air au moyen d'une pompe un petit récipient, et tant que durait l'émission de l'air, le petit char tournoyait sur le parquet avec une grande rapidité. Toutefois ces inventions, il faut bien le dire, ne constituaient qu'une application très-imparfaite de la force élastique de l'air. Il fallait, par des combinaisons nouvelles, rendre cette force véritablement applicable aux besoins de l'industrie et la *transformer* gratuitement, c'est-à-dire sans entrainer aucune destruction de matières, en air comprimé.

C'est à ce résultat qu'ont tendu les recherches d'un savant praticien, M. Andraud (1), dont la pensée a été de transformer toutes les forces improductives de la nature, notamment celles des vents et des eaux courantes en une force unique, laquelle pourra être conservée, transportée et dépensée en temps et lieux convenables. Il a cherché à créer pour les besoins de l'industrie un signe représentatif de toutes les forces, *l'air comprimé*, comme on a créé autrefois, pour les nécessités du commerce, un signe représentatif de toutes les valeurs, *l'argent*, et il s'est efforcé de mettre en pratique la théorie de cette nouvelle doctrine industrielle.

Les expériences commencèrent en 1839, à Paris, dans l'ancienne fonderie de la pompe à feu de Chaillot; poursuivies avec activité pendant deux années, elles donnèrent naissance à une locomotive d'essai, qui fut mise en mouvement le 9 juillet 1841, et qui fournit sa course avec aisance, sans bruit, sans fumée et sans danger.

Cette machine, dont la longueur était de 5 mètres, la hauteur de 2 et la largeur de $1^{m},60$, fonctionna sur un chemin d'essai d'environ 100 mètres de longueur, construit exprès dans les vastes ateliers de l'ancienne fonderie de Chaillot. La première expérience, celle du 9 juillet, eut lieu à froid, c'est-à-dire avec l'air comprimé seulement; dans celle du 11 du même mois, la voiture fut mise en mouvement par l'air comprimé et dilaté, et elle parcourut treize fois et demie la longueur

(1) On annonce que M. Andraud, afin de mettre en jeu par une force suffisante l'appareil de compression, a demandé à l'administration du chemin de fer de Versailles l'autorisation d'élever un moulin à vent-manége, afin de démontrer, ainsi qu'il l'a établi, que la force inépuisable et gratuite du vent peut se changer en air comprimé, s'emmagasiner sous cette forme, et se conserver pour être employée à la locomotion.

du chemin de fer. Les récipients, dont la capacité n'était que de 500 litres, dépensèrent 17 atmosphères ; une seule pompe fonctionnait, circonstance défavorable, parce que le tirage se faisait obliquement. Il fut établi par ces expériences que si la locomotive n'eût fonctionné que par l'air comprimé seulement, elle se serait arrêtée après une course de 590 mètres, tandis que cette même machine marchant à air chaud, c'est-à-dire par le moyen de l'air comprimé et dilaté, parcourra, sans être réapprovisionnée, une distance de 17,975 mètres, soit environ quatre lieues et demie.

Mais il tardait à M. Andraud, le principal inventeur, d'expérimenter sur un railway ordinaire son nouveau système. A cet effet il construisit une locomotive à air de la dimension des locomotives ordinaires, qu'il fit fonctionner le 21 septembre 1844 sur le chemin de fer de Versailles (rive gauche), en présence d'un grand nombre de savants et de MM. Baude et Bineau, qui assistaient à l'expérience en qualité de commissaires du gouvernement.

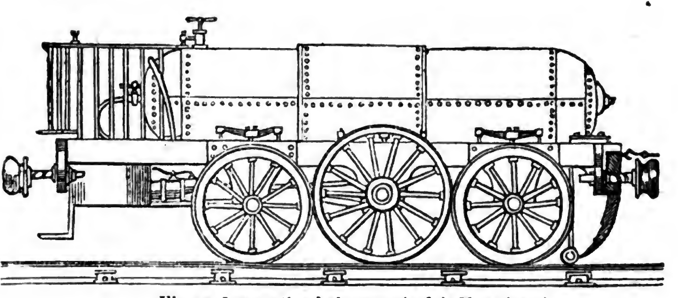


Fig. 49. Locomotive à air comprimé de M. Andraud.

Cette nouvelle machine, représentée par la fig. 49, est à double effet, et se compose d'un grand récipient cylindrique dont la capacité peut être portée de huit à dix mètres cubes. L'air y est introduit après avoir été préalablement comprimé à une vingtaine d'atmosphères, par des pompes qu'une force quelconque, une roue hydraulique, une machine éolienne, peuvent mettre en jeu ; la houille se trouve ainsi, et pour la plupart des cas, n'être plus employée. Pour mettre la locomotive en mouvement, on fait entrer en communication cet air comprimé avec les deux corps de pompe situés à l'arrière de la locomotive. Cette machine montée sur six roues pèse 5,000 kilogrammes, ne traine point de tender et ne porte ni

charbon ni eau. Tout son mécanisme est de la plus grande simplicité, et sa manœuvre consiste simplement dans un robinet unique qu'il faut ou fermer ou ouvrir.

Les expériences faites à Chaillot avaient constaté la possibilité d'une marche rapide; mais le peu d'étendue du chemin d'essai ne permettait guère de rien préjuger d'une manière définitive sur la régularité du mouvement de la machine et sur la facilité avec laquelle elle pourrait surmonter les divers obstacles qui, tels que les aiguilles et les croisements de voies, se rencontrent sur les railways. Tous ces points ont été entièrement résolus par l'expérience du 21 septembre; la machine, montée par l'inventeur et par les deux commissaires, parcourut une distance de 3,400 mètres avec la plus grande régularité et sans se trouver arrêtée par le moindre obstacle. La vitesse était de 7 à 8 lieues à l'heure.

Il est donc établi par cette expérience et par plusieurs autres faites successivement sur le même chemin que la locomotive à air de M. Andraud peut marcher avec régularité et vitesse. La solution de ces deux points est d'une haute importance, mais ne constitue encore qu'une des faces du problème. Il reste encore à décider à quelles conditions économiques et pratiques pourra fonctionner la machine nouvelle, quel sera le maximum de la force de traction et le rapport entre la force dépensée pour la compression de l'air et l'effet utile obtenu.

Seule, une expérimentation pratique et sur une grande échelle pouvait décider d'une manière absolue de la plupart de ces points. A cet effet le gouvernement vient de mettre aux enquêtes le projet d'un chemin de fer, s'embranchant à Asnières sur celui de Saint-Germain et se dirigeant sur le bourg d'Argenteuil.

C'est sur ce chemin que sera experimenté en grand, et appliqué s'il y a lieu, le système de locomotion par l'air comprimé de M. Andraud. Cette expérimentation sera décisive et permettra de prononcer définitivement sur la valeur économique de l'ensemble du système.

VI. DES LOCOMOTIVES A ACIDE CARBONIQUE.

L'expérience de chaque jour démontre que la quantité de calorique nécessaire pour élever un gaz quelconque d'un certain nombre de degrés est inférieure, dans un grand rapport, à ce qu'il en faut pour amener l'eau à l'état de vapeur, et élever cette vapeur au même degré de tension et de température. De ce fait on a conclu que si, pour les mêmes usages, on parvenait

à substituer un gaz permanent à la vapeur d'eau, il serait possible de remplacer avantageusement une force motrice extrêmement coûteuse, incommode par l'énorme développement de ses appareils, qui n'est ni instantanée ni suffisamment mobile, et qui dépend essentiellement d'un approvisionnement de charbon toujours embarrassant.

Ces considérations avaient conduit, il y a quelques années, M. Brunel, dont le nom vivra aussi longtemps que coulera la Tamise, à construire une machine mue par l'expansion du gaz acide carbonique liquéfié. Ce nouveau moteur, que beaucoup de personnes ont vu fonctionner à Londres, était subordonné à la liquéfaction préalable du gaz acide carbonique, opération exigeant une force mécanique disponible de 36 atmosphères, ou un dégagement constant de gaz en vase clos tenu à basse température. Cette machine a été considérée comme très-ingénieuse, mais tellement compliquée, que son emploi n'a pu se généraliser.— Depuis lors cette question n'a cessé de préoccuper l'esprit d'un grand nombre de savants. C'est ainsi que M. Faraday, après avoir fait une longue série d'expériences sur la liquéfaction des gaz, est parvenu (à l'aide de ses précieuses découvertes sur leur force d'expansion et la pression qu'ils exercent lorsqu'ils sont soumis à divers degrés de chaleur) à faciliter la solution du problème. C'est lui qui a basé le principe du nouveau pouvoir moteur inventé par M. Bagg de Cheltenham, et dont les applications pratiques qui se poursuivent en ce moment ne tarderont pas à être connues par la voie des journaux. En attendant, nous allons expliquer en quelques mots les principes d'après lesquels M. Bagg construit sa machine.

Le gaz acide carbonique et le gaz ammoniac ont, comme on sait, des propriétés mécaniques presque similaires; ils sont liquéfiables tous les deux, l'un à 36, l'autre à 6 atmosphères et demie; l'un et l'autre sont très-sensibles à la chaleur et passent rapidement en gaz. Tous deux peuvent donc, en passant de l'état liquide à l'état gazeux, exercer des efforts moteurs correspondants. Mais, comme leurs propriétés chimiques sont très-différentes, il y a entre eux antagonisme de nature, de telle sorte qu'on peut ramener ces deux gaz à l'état solide l'un par l'autre et obtenir du carbonate d'ammoniaque, composé d'un volume acide carbonique et de deux volumes gaz ammoniac. C'est par ces faits principalement que l'inventeur a été conduit à trouver la force motrice dont il veut disposer. Il développe cette force en décomposant le carbonate d'ammoniaque par un acide fixe; il obtient ainsi un sel ammoniacal et du gaz acide carbonique, dont il utilise la force expansive:

puis il reprend et condense l'acide carbonique par le gaz ammoniac, qu'il a libéré en chauffant le sel ammoniacal précédemment formé. Ainsi une décomposition et une recomposition ont lieu perpétuellement, et l'on obtient ainsi une force immense sans rien perdre des matières employées pour l'obtenir.

Tel est le principe qui sert de base à l'invention de M. Bagg et à la machine locomotive qu'il dispose en ce moment pour l'emploi de ce nouveau pouvoir moteur.

VII. DES CHEMINS DE FER ATMOSPHÉRIQUES.

Ce système est fondé sur l'emploi d'une puissance dont on ne s'était occupé, dans les moyens ordinaires de locomotion, que pour la combattre et la détruire : on a toujours soin en effet, dans les calculs auxquels donne lieu l'emploi des différentes espèces de moteurs, de tenir compte du surcroît de puissance dont il faudra doter ces moteurs pour qu'ils puissent à la fois accomplir leur effet utile et résister à la *pression atmosphérique*. Cette pression est peu perceptible dans l'état ordinaire des choses, parce qu'elle agit dans tous les sens avec la même intensité et qu'elle-même détruit ainsi ses effets apparents; mais elle est très-sensible et elle a, en tout lieu, pour mesure le poids de la colonne de mercure qui lui fait équilibre dans les baromètres. D'après le savant M. Arago, la hauteur du baromètre au niveau de la mer est de 76 centimètres. Si donc on se rappelle qu'à volume égal le mercure pèse treize fois et demie plus que l'eau, on concevra que la pression atmosphérique sur une surface de quelque étendue puisse devenir une force motrice puissante, partout où on réussira à annuler la pression, en sens contraire, provenant de la même cause qui ordinairement la balance.

La locomotion, dans le système des chemins de fer atmosphériques, a lieu par la raréfaction de l'air : la locomotive, cause principale des accidents sur les chemins de fer, disparaît; elle est remplacée par une machine fixe au moyen de laquelle on ôte, par un système de pompes et de soupapes analogue à celui qui constitue la machine pneumatique, tout l'air contenu dans un tube continu placé au milieu de la voie. Dans ce tuyau se meut un piston, qui est poussé par la pression atmosphérique, et le piston, lié lui-même par une tige en fer à la première voiture du convoi, entraîne ce convoi dans son mouvement.

Avant d'entrer plus avant dans l'examen de ce système,

voyons en quelques mots quels ont été les développements successifs qu'il a subis avant d'arriver à l'état où nous aurons à le décrire aujourd'hui.

En 1810, un ingénieur danois, M. Medhurst, voulant appliquer la pression atmosphérique au transport des marchandises, proposa l'établissement d'un tube assez grand pour contenir les voitures chargées et le chemin de fer qui les portait. En 1824, ce système fut l'objet de plusieurs expériences, tentées sur la route de Brighton dans un tuyau provisoire en bois de 2 mètres de diamètre. L'auteur de ces expériences, M. Vallance, amplifia sur le système de M. Medhurst en cherchant sérieusement à l'appliquer au transport des voyageurs.

Le public consentirait-il, comme le voulait cet inventeur, à s'enfermer dans un tube de fer indéfini, et à voyager, quelle que fût la vitesse, dans une obscurité profonde? La question fut résolue négativement et par le simple bon sens et par M. Medhurst lui-même, le premier inventeur, qui, voulant perfectionner ses premières idées, s'occupa des moyens de pouvoir transmettre au dehors du tube la force motrice dont le piston intérieur peut être animé. Cette idée fermenta et donna naissance aux tentatives de M. Pinkus, ingénieur américain, qui proposa des systèmes de soupapes plus ou moins ingénieux, et enfin, à celles plus heureuses de MM. Cleggs et Samuda, par lesquels l'invention a revêtu le caractère pratique qui la recommande aujourd'hui.

Les premières expériences des deux ingénieurs anglais eurent lieu à Chaillot en 1838 sur un petit chemin d'essai qui fut examiné par plusieurs commissions savantes de la capitale. L'invention était encore dans son enfance, bien imparfaite par conséquent; aussi fit-elle peu de bruit, et si quelques esprits pénétrants furent frappés de ce qu'elle renfermait d'ingénieux, d'autres en plus grand nombre eurent beaucoup de peine à la considérer d'un œil sérieux. Mais les inventeurs ne se découragèrent pas. Loin d'abandonner leur idée, ils la poursuivirent, ils en simplifièrent la mise en pratique, et, lorsqu'ils crurent l'avoir amenée à l'état de maturité, ils établirent à Worm-Wood-Scrubbs, près de Londres, non plus un modèle de petite dimension, mais un véritable chemin de fer de grandeur ordinaire, long de 800 mètres, et mis en mouvement par une machine à vapeur de 16 chevaux.

Le public fut admis à ces expériences : chacun put prendre place dans des voitures auxquelles la pression atmosphérique imprimait une vitesse de 40 à 48 kilomètres à l'heure. Le succès parut décidé par suite d'une longue série d'expériences, dont M. Ed. Teisserenc, envoyé délégué par le gou-

vernement français, a rendu compte (1). Néanmoins plusieurs hommes de l'art, véritables dictateurs en Angleterre, soit conviction, soit qu'ils fussent guidés par des vues intéressées, comme on le leur a souvent reproché, déclarèrent d'un commun accord que l'invention ne devait pas être prise au sérieux. Les inventeurs réclamèrent contre la sévérité de ce jugement; mais leurs efforts furent vains : personne en Angleterre ne voulut essayer de leur système.

C'est à l'Irlande qu'il était réservé de faire triompher un système qu'une prévention injuste avait condamné. Par les soins des propriétaires du railway de Dublin à Kingston, une application essentiellement pratique du nouveau système fut opérée sur un chemin spécial, établi de Kingston à Dalkey, à l'une des extrémités de leur ligne, sur une longueur de 2,725 mètres. Le gouvernement anglais, enfin éclairé sur le mérite de l'invention nouvelle, accorda, à titre d'encouragement, à ses auteurs, un prêt gratuit de 625,000 francs pour faire face aux premiers frais de l'entreprise.

Le 19 août 1843, la pose de la voie étant achevée sur une étendue de 2 kilomètres, on se mit en mesure de procéder à la première course d'essai. L'expérience réussit et eut un grand retentissement. Un convoi de trois voitures, portant plus de cent personnes, accomplit le trajet de manière à mettre hors de doute la possibilité d'appliquer la pression atmosphérique à la locomotion rapide sur les chemins de fer (2). Les expériences

(1) *Rapport au ministre des travaux publics*, en 1843.

(2) On ne lira pas sans quelque intérêt le récit fait de cette expérience par un journal anglais, le *Morning-Advertiser*.

« Trois voitures, dit ce journal, furent placées à la station de Kingston : à la première était attaché le piston qui se meut dans le tube et une mécanique pour modérer la vitesse du train et s'arrêter à Dalkey; une mécanique de cette sorte fut aussi attachée à la deuxième voiture, qui contenait un grand nombre d'ouvriers; la troisième était réservée aux directeurs et à leurs amis ; en tout plus de cent personnes. Tout ce monde était curieux de savoir le résultat du premier voyage. Tout étant prêt, vers six heures du soir, la machine à vapeur de Dalkey mit en mouvement la pompe pneumatique. Elle marcha si bien, qu'en une demi-minute le vide fut obtenu dans le tube. Les signaux nécessaires furent faits; le train partit, et quatre minutes après il avait atteint Dalkey.— On ne peut se faire une idée de la facilité avec laquelle marche la machine, même au milieu des courbes les plus raides que l'on trouve sur cette ligne. Le train glisse sur les rails presque sans qu'on s'en aperçoive; point de fumée, point de bruit comme dans les chemins de fer à vapeur. Les mécaniques, pour modérer le mouvement, sont suffisantes ; on a ar-

se succédèrent, et leurs résultats, de plus en plus décisifs, ne cessèrent d'occuper vivement l'attention publique. C'est à ce moment que le ministre des travaux publics, désireux de connaître les perfectionnements apportés à un système qui pouvait exercer une si grande influence sur l'avenir des chemins de fer de France, envoya en Irlande M. Mallet, inspecteur des ponts et chaussées, afin d'examiner dans tous ses détails d'application le nouveau système de locomotion rapide. M. Mallet consigna ses observations dans un rapport particulier dont nous aurons bientôt à nous occuper.

Le système des chemins de fer atmosphériques est trop nouveau encore pour avoir atteint la limite de sa perfectibilité; cependant une compagnie, formée pour l'établissement d'un chemin de fer entre Londres et Portsmouth, a cru devoir l'employer préférablement au système ordinaire. D'autres compagnies anglaises se préparent, dit-on, à suivre cet exemple.

L'esprit public en France s'est vivement ému à l'annonce des résultats obtenus du nouveau mode de locomotion sur les chemins de fer. Nos ingénieurs ne pouvaient rester immobiles dans cette carrière nouvelle de la science; aussi les perfectionnements introduits par eux dans le nouveau mode de locomotion ont-ils assez d'importance pour qu'on puisse dire qu'à côté du système anglais existe un système rival dont on attend de grands résultats. Les principaux perfectionnements introduits dans le mode atmosphérique, et dont nous aurons à traiter, ont pour auteurs MM. Hallette, Pecqueur et Chameroy. Leur importance est telle que l'on ne pouvait plus s'en tenir exclusivement aux essais déjà faits en Angleterre ou qui se préparent dans ce royaume : il fallait expérimenter les deux systèmes.

La loi du 5 août 1844 a pour but de répondre à cette nécessité : elle établit qu'un railway à double voie sera construit, et

rêté à Dalkey avec la plus grande facilité. Le succès complet de cette expérience prouve que désormais la pression de l'air atmosphérique peut être employée aux chemins de fer. »

Nous ajouterons à ce récit que la vitesse moyenne, qui dans cette expérience ne s'est élevée, comme on l'a vu, qu'à 60 kilom. à l'heure, est beaucoup plus considérable lorsque la ligne a une certaine étendue. Les premiers moments de la marche sur les chemins de fer sont toujours très-lents, et il est nécessaire de ralentir quelques instants avant l'arrivée. On comprendra donc que ces considérations aient influé d'une manière très-sensible sur les résultats d'une expérience faite sur une étendue de deux kilomètres seulement.

que l'une des deux voies sera affectée au système français, l'autre au système anglais. Ce railway se détachera à Nanterre de celui de Paris à Saint-Germain pour atteindre, après un parcours de 10 kilomètres, le plateau sur lequel repose, à une hauteur de 60 mètres au-dessus du niveau de la Seine, la ville de Saint-Germain. Nous reviendrons sur ce sujet après avoir décrit les appareils qui constituent le système atmosphérique.

DESCRIPTION DES PARTIES ESSENTIELLES.

Les parties essentielles qui contribuent à la marche de l'appareil atmosphérique et qui servent à le caractériser sont au nombre de quatre :

La voie ;
Le tube de propulsion ;
Les soupapes ;
Le piston.

Pour bien comprendre la manœuvre d'ensemble du système, il est indispensable de donner quelque attention à la disposition toute particulière de ces parties.

Dans le nouveau système, la voie est composée, comme dans les chemins de fer ordinaires, de deux lignes de rails réunies de distance en distance par des traverses. Au milieu de cette voie, et à égale distance des rails, se trouve un tube A (*V.* les *fig.* 50, 51, 52 et 53, pl. IV à la fin du volume), qui offre dans le sens de sa longueur et à sa partie supérieure une ouverture assez large pour donner passage à une tige métallique verticale, représentée en C (*fig.* 53). C'est à cette tige métallique, à laquelle on peut à volonté attacher les voitures qui sont sur les rails, qu'est lié invariablement le système de *propulsion* (1), c'est-à-dire le piston.

Pour bien comprendre le jeu de ce mécanisme, supposons pour un instant que l'ouverture longitudinale du tube A, qui sert à donner passage à la tige métallique, soit hermétiquement fermée, et qu'une machine pneumatique, située à son extrémité, aspire l'air qu'il contient : un vide plus ou moins parfait s'établira, et si l'on présente à l'orifice du tube un piston, ce piston, soumis à la pression atmosphérique par une de ses faces, s'avancera dans le tube où on a fait le vide, en vertu de la différence de pression de l'air extérieur et de l'air qui est

(1) Le tuyau placé entre les deux lignes de rails a été appelé par les Anglais le tube de *propulsion* : les ingénieurs français lui ont conservé ce nom.

encore dans le tube, et la marche de ce piston ou sa vitesse sera d'autant plus grande que le vide du tube sera plus parfait. De plus, en vertu de l'impulsion que lui donne la pression atmosphérique, il pourra entraîner après lui un poids plus ou moins considérable.

La difficulté à vaincre consistait donc ici dans le mode d'attache du poids à remorquer avec le piston voyageur, et surtout dans le système à employer pour que de l'intérieur du tube le piston communiquât le mouvement à la masse extérieure, sans cesser d'être soumis à la pression atmosphérique et sans que le vide diminuât sur sa face antérieure.

A la tige métallique C (*fig.* 53) est lié un châssis, dont la longueur peut varier et qui porte à une de ses extrémités le piston voyageur B, et à l'autre un contre-poids N destiné à équilibrer le piston. Ce châssis supporte également quatre galets H H H H, destinés à soulever la soupape longitudinale après le passage du piston, pour permettre à la tige métallique de passer. En arrière de cette tige sont deux autres galets D D, inclinés à l'horizon, qui soulèvent la couverture I, destinée à abriter la soupape contre les intempéries de l'air. Cette couverture I est formée de plaques minces en tôle de $1^{m},50$ à 2 mètres de longueur, formant ressort au moyen d'une bande de cuir. L'extrémité de chaque lame passe sous la suivante dans la direction du mouvement du piston, assurant ainsi le mouvement de chacune successivement.

On peut voir déjà, d'après ce qui précède, toute la manœuvre des chemins de fer atmosphériques. Nous allons la résumer en peu de mots, au moyen de la seule *fig.* 53.

Le vide est fait dans le tube A ; la pression atmosphérique agissant sur la surface postérieure du piston B, le met en mouvement ; dès qu'il est passé, les galets H soulèvent la soupape longitudinale et livrent passage à la tige métallique qui lie le convoi au piston. Les lames dont se compose la couverture I sont déjà levées successivement, comme nous venons de le dire, avant le passage de la tige métallique, et elles sont soutenues par les galets D, pendant que la soupape longitudinale retombe et qu'un tube N, placé entre les deux galets DD, rempli de charbons incandescents, contribue à la fermer hermétiquement en liquéfiant une matière composée de suif et de cire qui en assure l'adhérence parfaite.

La *fig.* 56 représente de face le wagon directeur, qui traîne à sa suite les autres voitures du convoi ; elle représente également une coupe du tube A après le passage de la tige métallique, et l'élévation de l'appareil complet destiné à fermer la soupape longitudinale.

Nous avons vu que, à l'exception du tube, la voie est composée, comme pour les chemins de fer ordinaires, de deux rails parallèles que réunissent des traverses. La *fig.* 57 peut donner une idée de la situation réciproque des parties principales qui constituent l'ensemble d'un chemin de fer atmosphérique : *m* est l'emplacement de la machine pneumatique, *a a* les tuyaux d'aspiration communiquant avec la machine et les tubes de propulsion, *tt* représente la disposition de ces tubes au moment d'une solution de continuité, *s s* sont les soupapes d'entrée, *r r* sont les rails qui forment la voie. Ces rails, n'ayant à supporter que le poids des wagons, peuvent être beaucoup plus faibles que ceux destinés à être parcourus par des locomotives : ils peuvent ne peser que 15 à 18 kilogrammes par mètre au lieu de 25 à 30 kilogrammes. Mais, d'un autre côté, l'établissement de la voie en elle-même exige plus de fixité que dans le système originaire, à cause des dangers qui résulteraient d'un dérangement dans la position du tube.

La traversée du chemin par les routes ordinaires offrira nécessairement, par suite de la situation du tube, des difficultés beaucoup plus grandes que dans le système actuel et telles, qu'elles paraissent devoir déterminer la suppression des passages de niveau.

La *fig.* 58 représente la disposition générale des croisements

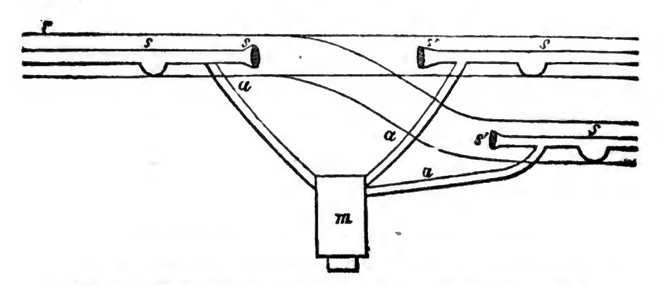


Fig. 58. **Disposition d'un changement de voie sur les chemins de fer atmosphériques.**

de voie et le mode de jonction des différentes voies sur la voie principale. Ces croisements, qui ne pourront être établis qu'aux stations et à proximité de l'appareil pneumatique, sont établis, comme sur les chemins de fer ordinaires et dans la solution de continuité du tube.

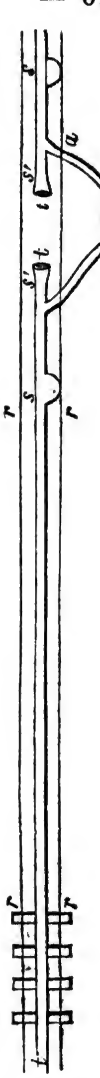


Fig. 57. **Plan d'ensemble d'un chemin de fer atmosphérique.**

Du tube de propulsion. Le tube de propulsion est form d'une série de tuyaux en fonte encastrés les uns dans les autres à la manière ordinaire des tuyaux à gaz placés sous le pavé de nos rues. Seulement, afin de rendre les joints parfaitement étanches, on garnit l'intervalle compris entre le manchon et le tube avec trois couches successives de cordes imbibées d'huile de lin, puis d'un mastic formé d'huile et de cire, puis ensuite imbibées de goudron.

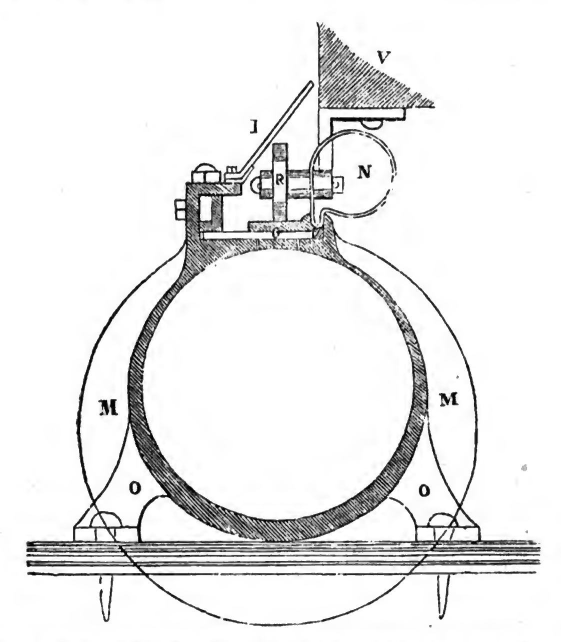


Fig. 59. Section transversale dans le tube après le passage de la tige métallique.

Le tube de propulsion repose sur les traverses de la voie, comme dans le système ordinaire; il est assujetti sur ces traverses au moyen d'oreilles saillantes qu'il porte de distance en distance. Dans la *fig.* 59, MM est le manchon d'assemblage dont il vient d'être question, OO les oreilles saillantes servant à l'assujettissement du tube sur les traverses de la voie. Quant

aux dimensions du tube, elles varient d'après la quantité de force motrice que l'on veut produire (1).

A l'extrémité supérieure du tube de propulsion est une ouverture longitudinale, large de 31 millimètres, que la soupape recouvre; cette ouverture est faite après coup, au moyen d'une machine à planer qui opère sur huit tuyaux à la fois. La soupape longitudinale est composée, ainsi qu'on le verra bientôt, d'une lame de cuir de bœuf, dont l'extrémité, formant charnière, est fortement pressée sur le tube par une barre de fer placée de champ et convenablement serrée au moyen d'écrous. Par l'examen de la *fig.* 60, on pourra se rendre compte du mode d'assujettissement de la soupape longitudinale à la partie supérieure du tube et la manière dont elle fonctionne.

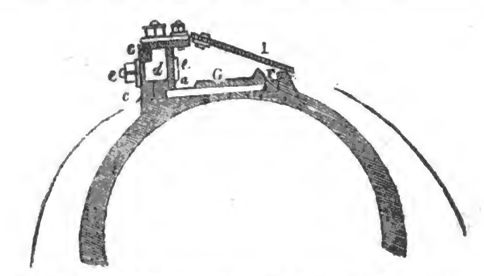


Fig. 60. Détails d'assemblage de la soupape longitudinale.

Le tube porte une côte ou talon *cc*, qui est fondue et fait corps avec lui. Le corps de la soupape longitudinale G étant mis en place, on dresse dessus la barre de fer dont nous venons de parler, et qui, dans notre figure, s'élève verticalement entre les deux lettres *d e*. Sur cette barre est posée à plat une plaque métallique qui la recouvre et que l'on serre fortement sur la barre en question et sur la côte *c*, au moyen de l'écrou en équerre *d;* puis, au moyen d'un second écrou *ee*, on règle invariablement l'écartement de la barre et de la côte *c*.

Quant à la bande de cuir ou soupape G, elle se trouve serrée entre deux plaques de tôle découpées par morceaux juxta-

(1) Voici quelles sont les dimensions du tube de propulsion sur le railway atmosphérique de Dalkey :

Diamètre.........................	380 millimètres.
Epaisseur de la partie inférieure.....	19
Epaisseur de la partie supérieure....	17

Chaque tuyau, long de 2 mètres 75 centimètres, est emboîté dans le suivant au moyen d'un manchon de 13 centimètres de longueur.

posés : la plaque supérieure, qui est plus large que l'ouverture longitudinale, empêche que l'air extérieur n'enfonce la bande de cuir dans le cube quand le vide s'opère ; la plaque inférieure remplit l'ouverture lorsque la soupape est fermée et empêche que l'air ne dépasse le piston ; on donne ainsi du poids à la soupape sans anéantir sa flexibilité.

Maintenant, si l'on veut jeter les yeux sur la *fig.* 59, placée ci-dessus, il deviendra facile de concevoir de quelle manière le mouvement se produit.

Cette figure représente une section transversale du tube dans un point où la soupape longitudinale est fermée et immédiatement après le passage de la tige de propulsion, laquelle est représentée en CC dans la figure qui va suivre. R est le rouleau qui marche en avant du tube N et qui ferme la soupape après le passage de la tige. N est un tube de petit diamètre, percé de trous sur les côtés, et que l'on remplit de charbons incandescents destinés à liquéfier la composition de cire et de suif placée en F dans la *fig.* 60. I est la couverture, composée de plaques en fer et servant à protéger la soupape contre les intempéries de l'air. Par la *fig.* 61 (page ci-contre) on se fera une idée de la situation de tout cet ensemble au moment du passage de la tige dans le tube.

On voit la forme particulière donnée à cette tige : V, son système d'attache au wagon directeur, est combiné de manière à lui permettre un déplacement horizontal, de telle sorte que l'on puisse tenir le piston hors du tube sur les parties du chemin où l'action seule de la gravité suffit pour produire le mouvement ; *pp* sont les plaques de fer qui lient ensemble le piston, la tige et les contre-poids, et qui soutiennent les galets H H (*fig.* 53). D est le galet qui soulève la couverture métallique I, laquelle retombe d'elle-même, par son propre poids, aussitôt après le passage du piston.

Une fois le système d'assemblage des différents détails du tube de propulsion bien compris, passons à la description des soupapes et à l'appréciation de l'utilité de leur mécanisme dans l'ensemble du mouvement. Cette partie de l'appareil atmosphérique est importante, car c'est du mode d'ouverture et de fermeture du tube que dépend la perfection de tout l'ensemble. La soupape ferme-t-elle rigoureusement la fente longitudinale, le vide s'opère exactement dans le tube, et il s'y maintient ; on obtient une force puissante et permanente. La soupape au contraire livre-t-elle passage à l'air par quelque fissure, on ne peut arriver à un vide suffisant qu'en se servant d'une machine pneumatique très-forte et hors de proportion avec l'effet utile qu'on peut en attendre.

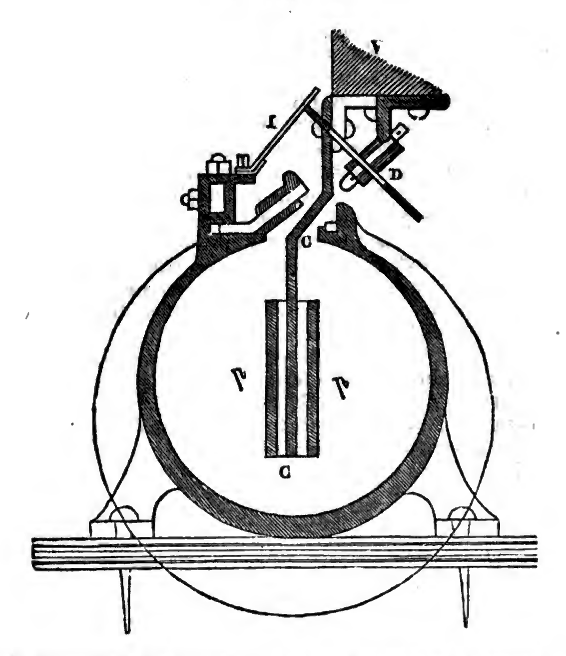


Fig. 61. Section transversale dans le tube pendant le passage de la tige métallique.

Faisons remarquer en passant que c'est sur cette partie essentielle du système que portent les perfectionnements des ingénieurs français, dont nous aurons bientôt à nous occuper.

Des soupapes. Les soupapes, dans le système atmosphérique, ont pour objet de fermer l'ouverture pratiquée à la partie supérieure du tube de propulsion. Trois espèces de soupapes servent à la manœuvre; ce sont :

1° La soupape longitudinale;
2° La soupape d'entrée;
3° La soupape de sortie.

La soupape longitudinale G (*fig.* 52, pl. IV), fermant la fente du tube, est formée d'une lanière indéfinie en cuir, fortifiée en dessus et en dessous par une série de plaques de fer de 50 centimètres de long, et ne laissant guère entre elles que 1 centimètre d'intervalle. Le cuir est attaché intimement,

hermétiquement, par l'un de ses bords, à l'un des deux côtés de la fente; l'autre bord reste libre, mobile, et, lorsque la soupape est fermée, il repose simplement sur la seconde lèvre de la fente, recouverte d'avance dans toute sa longueur d'une composition grasse, formée de suif et de cire. Quand la soupape s'entr'ouvre, la bordure en cuir, fixée, adhérente au tuyau, se fléchit et fait ainsi l'office d'une véritable charnière (1).

Dans la manœuvre, la soupape longitudinale est soulevée par deux galets qui sont attachés au corps du piston. Ainsi qu'on peut le voir par la *fig.* 61, elle ne s'élève pas verticalement, mais seulement à une inclinaison suffisante pour laisser passer la tige de liaison du piston au wagon directeur. Elle retombe ensuite par son propre poids, et se trouve soutenue par deux autres galets, placés derrière la tige. C'est alors que la roue R (*fig.* 59), attachée à l'arrière du wagon directeur, la presse fortement afin de la fermer hermétiquement.

La soupape d'entrée (*fig.* 62) est placée, à quelque distance de l'ouverture du tube (9 mètres environ), dans un renflement demi-circulaire, à faces latérales planes, existant au-dessous du tube. Les *fig.* 62, 63 et 64 pourront faire connaître la dis-

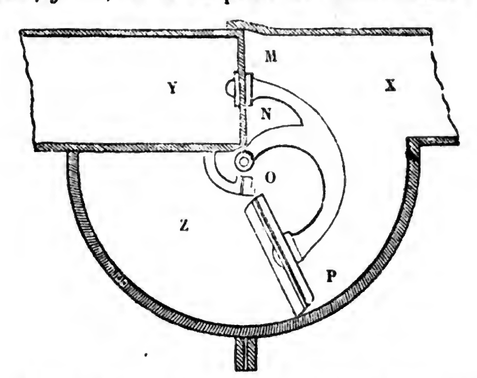


Fig. 62. Vue (d'en haut) de la soupape d'entrée, fermée par son couvercle.

(1) Les dimensions de la soupape longitudinale du chemin de Dalkey sont les suivantes :

Largeur de la lame de fer supérieure....	74 millimètres.
Epaisseur, id.........................	6
Largeur de la lame inférieure..........	60
Epaisseur, id.........................	4
Epaisseur des deux cuirs dans la rainure.	11
Epaisseur totale......................	22

position de cette partie du système et la manière dont elle fonctionne.

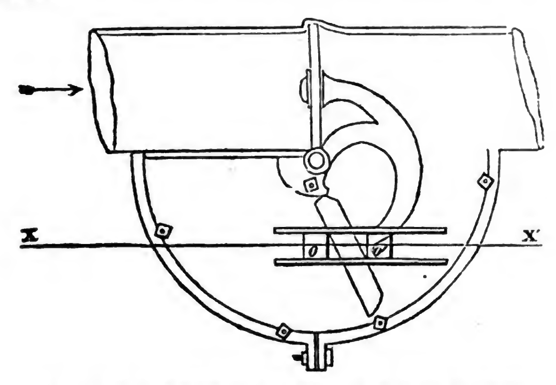


Fig. 63. Vue de la soupape d'entrée dépouillée de son couvercle.

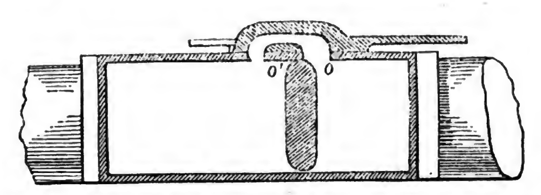


Fig. 64. Vue de profil d'une section de la soupape d'entrée, suivant XX.]

La *fig.* 62 représente la vue d'en haut de la soupape d'entrée fermée par un couvercle en bois garni de cuir. La soupape représentée par la figure suivante est dépouillée de ce couvercle, afin d'en rendre visible la construction intérieure. La *fig.* 64 représente la coupe de la disposition intérieure de la soupape, suivant la section XX.

MN est la soupape qui ferme hermétiquement le tube, OP est une autre soupape fermant le renflement; toutes deux sont liées entre elles et à un axe commun (1). L'une des deux faces latérales du renflement porte deux petites ouvertures O et O'

(1) Le diamètre de la première est de 38 centimètres 1 millimètre, celui de la seconde est de 39 centimètres 4 millimètres.

(*fig*. 63 et 64), situées chacune d'un côté de la soupape OP et du diaphragme qui la reçoit.

Dès que l'on veut mettre l'appareil en mouvement, on introduit le piston dans le tube Y et on fait le vide dans la partie X; on remarquera que, le trou O' étant ouvert, l'air enfermé en Y et en Z a la même densité que l'air atmosphérique. Dans cette position, rien ne se meut, par la raison que la soupape OP étant plus grande que celle MN, la tient fermée. On glisse alors le tiroir T de manière à empêcher l'air extérieur d'entrer par O' et à mettre en communication O et O'. A ce moment l'air de la capacité Z passe par succion, si l'on peut s'exprimer ainsi, dans le tube X, où l'on a formé le vide, de manière que la densité devient la même en X et en Z. Alors la soupape MN, obéissant à l'air plus dense de la partie Y, s'ouvre, et celle OP vient se ranger contre la paroi qui sépare sa chambre du tube.

De ce moment, le tube étant libre, le convoi s'avance et commence sa marche; dès qu'il est passé, un ouvrier reme les soupapes et le tiroir dans leurs positions primitives.

Pour la *soupape de sortie*, la manœuvre est plus simple encore. Cette soupape est composée, comme on le voit par la figure, d'un simple couvercle à charnière. Lors donc que le

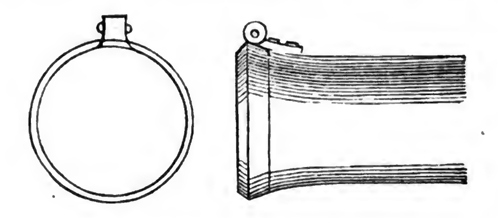


Fig. 65. **Vue en profil de la soupape de sortie.**

convoi approche de la sortie du tube, l'air, accumulé à l'extrémité du tuyau d'aspiration qui de la machine pneumatiqu vient s'embrancher sur le tube de propulsion (*V*. les *fig*. 57 et 58), presse sur la soupape, la force à s'ouvrir et la fait tomber sur un levier à deux branches, dont l'une, choquée aussitôt après la sortie du piston par la tige attenante au convoi, relève la soupape et l'applique de nouveau contre le tube, où la maintient la raréfaction de l'air.

Du piston. Le piston du tube des chemins de fer atmos-

phériques se distingue des pistons ordinaires, en ce que sa partie métallique centrale a un diamètre infiniment plus petit que celui du cylindre dans lequel il se meut. D'un autre côté, au lieu de reposer de tout son poids sur la partie inférieure de ce tube, il reste pour ainsi dire suspendu à la tige motrice, et, par cet intermédiaire, à la première voiture du convoi, de telle sorte que la circonférence du piston et la circonférence intérieure du tube sont parfaitement concentriques, et ne se touchent nulle part.

C'est cette particularité qui permet de développer impunément l'étonnante vitesse du système atmosphérique sans qu'on ait à redouter aucun accident sérieux : car, du moment où le piston ne remplit pas entièrement le tube de propulsion, comme les pistons ordinaires relativement à leurs cylindres, on ne peut à bon droit s'inquiéter des conséquences de la pression et du frottement. La seule pression subie par le piston est celle de l'air qui force les lames de cuir dont il est revêtu à s'appliquer exactement sur les parois du tube. Cette pression, toute légère qu'elle est, suffit pour prévenir la rentrée de l'air; mais elle offre l'inconvénient d'user très-rapidement la rondelle de cuir qui enveloppe le piston.

Cette dépense sera toujours insignifiante, mais les facilités de remplacement méritent de fixer l'attention. C'est un point sur lequel devront se diriger les investigations des expérimentateurs.

Nous avons maintenant à faire connaître les perfectionnements introduits par les ingénieurs français dans les différentes parties de l'appareil atmosphérique. Ces perfectionnements ont été assez importants pour créer un système tout nouveau, auquel, ainsi que nous l'avons dit, l'opinion publique a donné le nom de système français.

DU SYSTÈME ATMOSPHÉRIQUE FRANÇAIS.

Les perfectionnements qui forment le nouveau système et qui tendent à modifier le plus complétement tout l'ensemble de l'appareil atmosphérique anglais sont ceux de MM. Hallette d'Arras, Pecqueur et Chameroy.

Tout est neuf dans le système de M. Chameroy; principes, moyens d'application. Quelque importants que soient les autres systèmes, ils ne constituent cependant que des perfectionnements de détails apportés à celui dont nous venons de décrire les parties essentielles. Nous traiterons d'abord de

ces derniers, puis nous reviendrons au système Chameroy, dont nous montrerons les dispositions principales.

Système de M. Hallette. Presque toutes les critiques adressées à l'appareil atmosphérique anglais, malgré l'essai en grand qui en a été fait, reposent sur la nature de la soupape. Comment, disait-on, établir hermétiquement, au moyen d'une simple lanière de cuir, la fermeture du tube? Comment empêcher sur une longue ligne l'introduction de l'air extérieur dans le tube? Et la surveillance, comment l'exercer? Sans parler de la malveillance qui introduirait un coin sous la soupape, ne se peut-il pas qu'une pierre, un corps quelconque, entraîné par le vent, ne vienne faire précisément l'office de ce coin, et, laissant pénétrer l'air extérieur, détruise ainsi toute la force motrice? Ces objections étaient fondées pour la plupart, et M. Hallette s'est efforcé d'y répondre par une fermeture plus simple et plus efficace du tube de propulsion.

Dans son système (1), comme dans celui de M. Samuda, le tube de propulsion est ouvert longitudinalement dans sa partie supérieure. La fente est comprise sur toute son étendue entre deux demi-cylindres métalliques creux, faisant corps avec le tube principal, coulés d'un seul jet avec lui, et se présentant l'un à l'autre par leurs concavités. Dans chacune de ces concavités longitudinales, M. Hallette loge un tuyau en tissu épais et serré, rendu imperméable par les moyens connus; il y comprime l'air à l'aide des mêmes machines fixes qui, en agissant d'une autre manière, opèrent le vide dans le grand tube de propulsion. En se gonflant vers l'extérieur, ces boyaux vont remplir exactement ces demi-cylindres métalliques; en se gonflant vers le centre du tube, ils arrivent à se toucher, disons mieux, à se presser l'un contre l'autre, de manière à former là aussi une fermeture hermétique.

Dans le système Hallette ce n'est pas, comme on le voit, sur les bords mêmes de la rainure longitudinale que se forme le tuyau de propulsion. Cette rainure reste ouverte et libre, mais les deux boyaux gonflés empêchent l'air d'y arriver : en dessus, par leur contact mutuel; latéralement, parce qu'ils s'appuient très-exactement sur la surface intérieure des deux oreilles demi-cylindriques situées à droite et à gauche de la rainure.

Ici la tige motrice n'a pas de soupape à soulever. Dans sa marche elle s'insinue entre les deux boyaux gonflés et les

(1) Nous donnons ces détails d'après le compte rendu de M. Arago à l'académie sur le système de M. Hallette.

écarte un moment l'un de l'autre. Ici point de rouleau compresseur, point de composition grasse à fondre. L'élasticité de l'air injecté dans les boyaux suffit à tout, et, après le passage de la tige, replace exactement les choses dans leur état primitif.

Dans cette simplification des moyens de fermeture du tube et au moyen de vannes et de clapets, M. Hallette divise en sections son tube propulseur, de telle sorte qu'on pourrait les isoler à volonté. Dans le système anglais, après le passage des convois, tous les tubes propulseurs sont remplis d'air; ici au contraire la section qui vient d'être immédiatement traversée par le piston est seule dans ce cas; les convois n'attendent plus alors le travail des machines, et sur presque toute la longueur de la route le tube est en état de fonctionner.

Ce système, qui, comme on le voit, semble laisser loin derrière lui, sous plus d'un rapport, celui que MM. Cleegs et Samuda ont établi à Dalkey, a été placé par la loi du 5 août 1844 parmi ceux qui seront étudiés expérimentalement sur la nouvelle ligne de Saint-Germain. Un second système est dans le même cas, c'est celui de M. Pecqueur, dont nous allons tâcher de faire comprendre l'ingénieux mécanisme.

Système de M. Pecqueur. Ce système diffère essentiellement, par sa base et par ses détails, du système atmosphérique anglais, et se rapproche de celui de M. Andraud dont nous avons parlé, en ce sens que le mouvement est produit par l'air comprimé au lieu d'être le résultat du vide, et que la tige de propulsion est remplacée par une machine locomotive que l'air comprimé met en mouvement.

Dans le système du vide, la différence de la force produite à la force réellement employée est de plus d'un tiers pour une demi-atmosphère et de 60 pour 100 pour trois quarts, et cela indépendamment des fuites, des frottements et de l'inertie des machines. Dans le système Pecqueur, l'effet utile est toujours proportionné à la force employée, et cela sans que l'on ait à s'occuper des fuites, des frottements et de l'inertie des machines. Dans le premier les machines d'épuisement doivent être très-rapprochées, parce que l'action du corps de pompe étant d'autant moindre que sa capacité est plus petite relativement à la capacité du tube, il arriverait que, sur une trop grande étendue, indépendamment des rentrées d'air, l'effet d'un coup de piston deviendrait une fraction si minime, que la durée de l'épuisement serait infinie; dans le second, au contraire, chaque coup de piston a la même valeur en introduisant une même quantité d'air, et les machines fixes peu-

vent être à des distances infinies, si les fuites d'air sont nulles, ce à quoi il paraît facile d'arriver.

Ce dernier point est capital et suffirait pour constituer la supériorité du système atmosphérique sur le système ordinaire, si, comme on a lieu de le croire, ces résultats sont confirmés par l'expérimentation importante qui se prépare. C'est en effet du nombre des machines fixes nécessaires à l'exploitation des chemins de fer atmosphériques que dépend en grande partie la valeur économique du système. Nous négligeons donc à dessein les points secondaires et nombreux sur lesquels l'invention de M. Pecqueur paraît supérieure à celle des inventeurs anglais, tels que l'impossibilité des fuites par l'extrême précision des soupapes, l'avantage de disposer d'une pression illimitée, tout en réduisant considérablement les dimensions du tube, etc., etc., afin de pouvoir entrer dans quelques détails sur les points essentiels du mécanisme de ce nouveau système.

Nous avons vu plus haut que dans le système de M. Pecqueur les machines locomotives ordinaires remplissent l'office de la tige de propulsion dans le système anglais.

L'effet produit par de l'air très-élastique est exactement le même que celui produit par la vapeur : de là l'invention de M. Andraud, c'est-à-dire la substitution à la chaudière d'une caisse en fer où l'on comprime l'air à un très-haut degré ; cette caisse, à mesure qu'elle se vide, est remplacée de station à station par une autre caisse à air comprimé, et ainsi de suite.

L'inconvénient de cette invention, c'est de nécessiter l'emploi de caisses d'une grande épaisseur, afin d'éloigner les dangers d'une explosion. A ces caisses lourdes, qui pourraient devenir la cause de retards aux stations, M. Pecqueur substitue un tube indéfini, dans lequel il comprime l'air à l'aide de machines à vapeur fixes établies de distance en distance le long de la voie, comme cela se pratique dans le système atmosphérique par le vide. Le tube, chargé dans toute sa longueur d'air condensé, porte de mètre en mètre à sa partie supérieure des ouvertures cylindriques fermées par des soupapes de forme conique. A leur tour ces soupapes se trouvent fermées, de dedans en dehors, par la pression de l'air intérieur, de sorte que l'air, en les pressant en sens opposé, du dehors en dedans, les ouvre, et s'échappe avec une force proportionnelle à sa tension.

Si maintenant l'on suppose qu'au moment où la soupape est ainsi ouverte son ouverture se trouve embrassée et exactement recouverte par l'orifice d'un tuyau qui conduise l'air dans les cylindres d'une machine locomotive, on concevra que

cet air, doué d'une même force d'expansion, y jouera le même rôle que la vapeur et déterminera le même jeu dans les pièces mécaniques ; c'est ce qui arrive en effet. Il ne reste donc plus qu'une seule difficulté à résoudre : c'est de faire puiser dans le tube par la locomotive, au fur et à mesure de sa marche, tout l'air dont elle a besoin pour fonctionner. Cette difficulté est résolue de la manière suivante au moyen des ouvertures cylindriques et des soupapes que porte le tube de propulsion.

La locomotive de M. Pecqueur porte avec elle un tube d'alimentation, terminé par une pièce creuse et allongée, glissant à frottement doux dans la rainure au fond de laquelle se trouvent les ouvertures des soupapes, et un levier coudé, qui a pour objet de presser sur les clefs d'ouverture des soupapes. Cette pression a lieu au moment où l'orifice du tube d'alimentation glisse dans la rainure : les soupapes, d'abord ouvertes, se referment aussitôt que l'ajustement qui recueille l'air a dépassé leur orifice et que le levier coudé, en dépassant les clefs, ne presse plus sur elles.

Telle est l'idée générale du système. A moins de recourir à des figures nombreuses et détaillées, il est impossible de faire comprendre tout ce qu'il présente d'ingénieux et de complet. Il serait également difficile de parler du double rang de soupapes, de la caisse longitudinale d'approvisionnement, du soufflet que gradue le frottement sur l'orifice des soupapes, etc. Du reste l'expérimentation pratique du chemin d'essai de Saint-Germain donnera les moyens de se rendre un compte exact des innombrables détails par lesquels brille surtout le système de M. Pecqueur. Ce système sera essayé sur une étendue de 500 mètres, sur laquelle seront réparties des pentes de 2 et de 3 centimètres d'inclinaison.

Système de M. Chameroy. La pression atmosphérique peut-elle être employée dans d'autres conditions que celles dont on s'est servi jusqu'ici? Le piston, la tige et le tube ouvert longitudinalement sont-ils les éléments indispensables du nouveau mode de locomotion rapide ?

Telles sont les questions que l'inventeur s'est attaché à résoudre et qui, grâce à des expériences répétées, ne sont déjà plus à l'état purement spéculatif.

Le système de M. Chameroy est entièrement distinct, comme nous l'avons dit, de ceux du même genre jusqu'ici réalisés; les principes sur lesquels il se fonde, ceux d'après lesquels il s'applique, lui appartiennent en propre. Nous aurons donc à décrire, d'après une relation récente, la route telle que l'orga-

nise l'inventeur, puis le convoi des wagons, et enfin la manœuvre de l'ensemble du système.

Le chemin est à double voie. Au milieu de l'entre-voie, mais enfoncé à une profondeur de 50 à 60 centimètres au-dessous du sol, règne sur toute la longueur de la route un tuyau qui est la *conduite*. Ce tuyau, en tôle et recouvert d'une couche de bitume (1), a un diamètre de 40 à 50 centimètres, plus ou moins, suivant la puissance à donner au moteur. Au-dessus du sol, au milieu de chaque voie, sont placés de 100 en 100 mètres, à environ 35 centimètres d'élévation, des pièces que nous appellerons *pistons fixes*, ou mieux *tubes aspirateurs*. Ces tubes ont 1 mètre de longueur, un diamètre de 34 centimètres environ; mais aux deux extrémités ils sont munis d'un renflement, garni d'une enveloppe de cuir gras, qui leur permet d'entrer à frottement dans un autre tube de 40 centimètres de diamètre, dont nous nous occuperons tout à l'heure; ils communiquent avec la conduite par des tuyaux plats de 60 centimètres de largeur sur 5 d'épaisseur. Au milieu du tube aspirateur est un robinet fort ingénieux et fort simple qui peut à volonté fermer toute communication avec l'air extérieur, ou bien en établir une, soit à l'avant, soit à l'arrière. Ces deux extrémités du tube aspirateur sont terminées par deux cônes dont l'axe est légèrement incliné vers le sol; tous deux sont percés de trous, comme une pomme d'arrosoir, afin de livrer passage à l'air.

Voyons maintenant comment sont établies les voitures.

Sous l'essieu des wagons est suspendu, ou, pour mieux dire, attaché, d'une manière non rigide, un long tube, qui prend le nom de *remorqueur* et que les bourrelets du tube aspirateur remplissent exactement. Son diamètre est de 40 et de 50 centimètres à l'entrée; sa longueur est telle, que jamais il ne puisse quitter un tube aspirateur, sans auparavant s'être engagé sur le suivant, et elle dépend par conséquent de l'étendue de ces tubes. Le tube remorqueur est fermé des deux extrémités par deux soupapes, qu'une manœuvre facile fait ouvrir au gré du conducteur du convoi. Sur toute sa longueur, et inférieurement, règne une ouverture fermée par une soupape composée de deux

(1) L'emploi de cette espèce de tuyau présente une économie de plus de moitié sur celui des tuyaux en fonte, et n'offre aucune espèce d'inconvénient, si l'on en juge par l'usage fréquent que l'administration municipale de Paris en fait depuis cinq années pour ses nombreuses conduites d'eau, ainsi que différentes compagnies de gaz pour les tuyaux placés sous le pavé de nos rues.

bandes de cuir pressées l'une contre l'autre par un ressort longitudinal; cette soupape, toujours enduite de graisse, livre passage, en s'ouvrant, au tuyau plat vertical qui établit, comme on vient de le voir, la communication du tube aspirateur avec la conduite. Il nous reste à expliquer comment se produit le mouvement.

Le vide est fait dans la conduite par les moyens ordinaires; mais le robinet intérieur est fermé, et aucune communication n'est établie avec l'air extérieur; on fait avancer le convoi, la soupape de l'avant du tube remorqueur étant ouverte, celle de l'arrière fermée, et le tube aspirateur engagé dans le tube remorqueur. Quand le convoi a marché 2 mètres, on ouvre, au moyen d'une tige à la disposition du conducteur du convoi, le premier robinet du premier tube aspirateur, mais de manière à établir la communication du vide de la conduite par son arrière avec la partie fermée du tube remorqueur. Aussitôt l'air atmosphérique vient presser sur la soupape postérieure, et le convoi est poussé en avant.

Après une course de 100 mètres, un second tube aspirateur vient s'engager dans le tube remorqueur, dont l'arrière est armé d'une pièce d'appui qui ferme le robinet du premier, lequel se dégage en soulevant la soupape postérieure au moyen du cône qui le termine et qui vient frotter sur un galet placé à cet effet. La soupape se referme d'elle-même dès que le piston fixe ou tube aspirateur est dépassé. Les phénomènes qui se sont produits avec le premier tube aspirateur se renouvellent dans le même ordre avec le second, puis le troisième, et ainsi de suite. Seulement on n'ouvre plus à la main les robinets des tubes aspirateurs : une pièce d'appui extérieure les ouvre d'elle-même aussitôt la marche commencée, et de la même manière que l'on a vu la pièce d'appui postérieure les fermer.

L'arrêt, la marche rétrograde ou ralentie se font avec la même facilité dans cet ingénieux système. Si le conducteur veut s'arrêter, il le peut, par une manœuvre facile qui est toujours à sa disposition; il empêche l'action de la pièce d'appui antérieure; le convoi passe alors sur le tube aspirateur sans prendre de nouvelles forces, et il ne reste plus qu'à vaincre la vitesse précédemment acquise, ce qui se fait au moyen des enrayages ordinaires. Cette même manœuvre permet au conducteur de graduer l'ouverture du robinet suivant les besoins de la traction, et conséquemment de ralentir la vitesse.

Pour la marche rétrograde, le conducteur ferme la soupape de l'avant du tube remorqueur, ouvre celle de l'arrière et le robinet du tube aspirateur, mais de manière à ce que sa communication avec la conduite, au lieu d'être établie à sa partie

postérieure, le soit au contraire à sa partie antérieure. Les phénomènes qui tout à l'heure faisaient marcher le convoi en avant se manifestant maintenant dans un ordre complétement inverse, le convoi recule.

En résumé, voici les avantages que présente ce nouveau système sur celui de M. Samuda : avantages signalés par l'inventeur lui-même, mais qu'une expérimentation pratique paraît de nature à réaliser entièrement.

Une seule conduite fait le service pour un chemin de fer à deux voies ; cette conduite est enfouie dans le sol et à l'abri de la malveillance.

La force motrice, mise en réservoir dans la conduite, n'est dépensée que selon les besoins de la traction.

La conduite étant formée de tuyaux cylindriques sans ouverture, on n'a point à craindre les rentrées d'air ; de plus, comme elle est placée sous le sol, son entretien est nul, et elle ne présente pas d'entraves pour les passages de niveau.

Des convois de wagons pourront être lancés sucessivement sur la même voie, et, par cette raison, il sera facile d'envoyer un wagon de secours au besoin.

Quant à la question de l'économie dans les frais d'établissement, elle présente, ainsi que nous avons eu occasion de le reconnaître précédemment, des avantages qui semblent concluants.

Tout se réunit donc pour faire désirer que ce système soit soumis, sur une grande échelle, à une expérimentation qui permette de constater d'une manière définitive sa valeur usuelle et pratique. Sans accorder, en effet, aux essais en petit qui en ont été faits une importance trop grande, on doit cependant reconnaître que toutes les manœuvres ont été exécutées avec assez de succès pour rendre à peu près certaine la réalisation des avantages indiqués.

EXAMEN COMPARATIF DU SYSTÈME DES CHEMINS A VAPEUR ET DU SYSTÈME DES CHEMIMS ATMOSPHÉRIQUES.

Nous avons examiné le mécanisme du nouveau système et celui des modifications importantes que quelques savants ingénieurs s'appliquent à y apporter. Il nous reste maintenant à comparer les deux systèmes opposés, le système à locomotives et le système atmosphérique, et à conclure ce que l'on peut espérer de l'application pratique de ce dernier. Faisons remarquer toutefois que, pour juger sainement de la valeur définitive et absolue du système atmosphérique, il importe de

considérer que, né d'hier seulement, ce système se trouve relativement à celui qui lui est opposé, lequel remonte à une vingtaine d'années et a reçu les perfectionnements d'un très-grand nombre d'habiles constructeurs, dans un état d'infériorité relative, qu'il sera bon de ne point perdre de vue en présence des résultats plus ou moins décisifs que nous pourrons constater. Nous traiterons la question sous ses deux points de vue les plus importants : celui de la sécurité du nouveau système et celui de l'économie qu'il présente dans son établissement et dans son exploitation.

De la sécurité du système atmosphérique. Les chemins de fer atmosphériques se recommandent par l'absence à peu près complète de tout danger.

Deux convois ne pouvant être engagés sur le même tuyau, ni marcher à la rencontre l'un de l'autre, les collisions, toujours à craindre sur les chemins de fer ordinaires, sont ici impossibles. Un autre danger des chemins à vapeur, c'est le déraillement. Les chemins de fer atmosphériques offrent fort peu de chances de semblables accidents : le wagon directeur étant en effet fixé invariablement au piston et par suite au tube, lequel est solidement assujetti au sol par ses *oreilles*, le déraillement de la première voiture ne peut avoir lieu. Le déraillement d'une des voitures suivantes n'amènerait pas en général d'accident sérieux, par la raison que chacune d'entre elles est constamment sollicitée dans la direction de la voie de fer par celle qui précède. Les chances d'incendie ne sont point à craindre ; aucune machine à feu n'accompagne le convoi, si ce n'est le tube rempli de charbons incandescents destinés à fondre la graisse qui recouvre la soupape et qui ne peut amener aucun accident de ce genre. La rupture de l'essieu coudé, cette source incessante d'accidents que nulle puissance humaine ne saurait ni prévoir ni prévenir, disparaît forcément par la suppression des machines locomotives : avec le système atmosphérique, un nouveau 8 mai n'est plus possible.

Pour établir incontestablement la supériorité du nouveau système sur l'ancien, relativement à la question de sécurité, nous n'ajouterons que deux remarques.

La première c'est que dans le système actuel la solidarité absolue de toutes les parties entre elles est une cause très-grave de danger ; la masse, la vitesse, les chocs, tout est à redouter. Les imperfections accidentelles du système atmosphérique sont au contraire corrigées par la nature même du système. Ainsi, dans le cas où, sous l'influence d'une cause retardataire, le convoi marcherait trop lentement, le vide se perfectionne dans le tube, et le piston se trouve soumis à une pression plus éner-

gique. Si au contraire le convoi marche trop vite, il condense l'air dans le tube, et la force motrice diminue.

Ajoutons encore que les convois des chemins atmosphériques, débarrassés des lourdes locomotives du système actuel, pourront être plus facilement arrêtés par l'action des freins. D'un autre côté le nouveau système permet l'emploi d'une espèce de frein d'un usage facile et point dispendieux. Nous voulons parler de l'air qui, au besoin, pourrait être introduit dans le tube par le piston. L'énergie de cette espèce de frein serait encore activée en faisant entrer dans le tube, au lieu de l'air ordinaire, de l'air comprimé à plusieurs atmosphères et mis en réserve sur un wagon léger qui suivrait le convoi.

Passons maintenant à la comparaison des frais d'établissement et des frais d'exploitation de ces deux systèmes de chemins de fer.

Frais d'établissement. Les frais d'établissement d'un chemin atmosphérique sont de deux sortes : la voie de fer proprement dite, ensuite les appareils locomoteurs.

Le système atmosphérique, avons-nous dit, permet l'emploi de pentes plus fortes et de courbes de plus faibles rayons que le système actuel. Dans ce dernier en effet, la force, nécessairement limitée, quoique puissante, des moteurs, nécessite, sur les lignes à grandes vitesses, l'établissement d'un chemin à peu près de niveau ou ne présentant que des pentes peu considérables, condition qui entraîne de grands travaux de terrassement et la construction de travaux d'art très-coûteux. Le système atmosphérique, comme tous les systèmes à machines fixes, jouit au contraire de la propriété de se prêter au parcours à grande vitesse des pentes fortes. Cependant de ce fait, qui est incontestable, puisque c'est une question de force motrice et que cette force peut augmenter indéfiniment avec celle des machines, de ce fait il ne faut pas conclure que le nouveau système possède une faculté d'ascension indéterminée : l'expérience démontre que des pentes de 2 centimètres et demi et de 3 centimètres constituent une limite à laquelle des raisons tirées d'une sage économie font une loi de s'arrêter. Néanmoins ces limites sont assez larges encore pour que, de ce côté, le système nouveau présente sur l'ancien une incontestable supériorité.

Au point de vue des courbes, les avantages du système atmosphérique sont moins considérables, et n'existent que par le fait de la suppression des locomotives, qui, par la longueur de leur cadre ou châssis, forment un obstacle assez sensible à la traversée des courbes à petit rayon. Sur quelques parties du chemin atmosphérique de Dalkey on est descendu, il est

vrai, à un rayon de 176 mètres; mais il résulte du rapport de M. Mallet, à qui l'on a cependant reproché d'être partisan aveugle d'un système dont le gouvernement l'avait fait juge, que le passage de ces courbes ne s'opère qu'au prix de graves inconvénients, et en occasionnant de très-fortes secousses qui incommodent les voyageurs et dérangent le matériel. Néanmoins c'est un fait constant, que l'emploi du système atmosphérique permettra d'élargir assez sensiblement les limites dans lesquelles, sous le rapport des courbes, on renferme aujourd'hui la construction des chemins à locomotives. La détermination exacte du rayon possible est un point sur lequel l'expérience aura à décider.

Un autre avantage du système atmosphérique, c'est de permettre la réduction du poids des rails qui a dû être augmenté successivement, par suite des dimensions de plus en plus considérables données aux locomotives. Ce point occasionne à lui seul une diminution sensible dans les frais de premier établissement.

Du reste voici, d'après M. Mallet, le tableau comparatif des dépenses de construction d'un kilomètre de chemin de fer dans chacun des deux systèmes. On remarquera que ces calculs portent sur l'hypothèse qu'une seule voie pourra suffire à toutes les exigences du service sur les chemins atmosphériques; car, dit cet ingénieur, « ce n'est qu'ainsi que les auteurs du nouveau système pensent pouvoir entrer en concurrence sous le rapport des frais d'établissement avec les chemins de fer ordinaires » (*Rapport de M. Mallet au ministre des travaux publics*).

Voici ce tableau.

DÉTAIL DES FRAIS D'ÉTABLISSEMENT.	CHEMINS A LOCOMOTIVES.	CHEMINS ATMOSPHÉRIQUES.
Achat de terrains.	40,000	16,000
Terrassements.	41,600	14,000
Travaux d'art.	31,000	21,000
Double voie.	104,100	—
La voie avec rails de 15 kilogr. .	—	48,100
Locomotives, ateliers.	32,000	—
Tubes et machines fixes.	—	108,505
Totaux.	248,700	213,605

Les dépenses du système ordinaire sont empruntées aux chemins à double voie, de Paris à Orléans, de Paris à Rouen et de Nîmes à Montpellier. Pour établir celles du système atmosphérique, l'auteur du rapport admet que les machines fixes, fortes de 100 chevaux chacune, pourront être espacées de cinq en cinq kilomètres, point sur lequel les hommes de l'art sont loin d'être d'accord. D'un autre côté, la question de savoir si les chemins atmosphériques satisfont mieux que les chemins ordinaires à simple voie aux exigences d'une circulation active et régulière, est encore à résoudre. De sorte que, dans l'état actuel des choses, il n'est guère possible de trancher, en faveur de l'un ou de l'autre système, la question d'économie dans les frais de premier établissement.

Si en effet le système atmosphérique peut s'employer avec une seule voie et avec un seul tube, sa supériorité relative est évidente. Si au contraire une seule voie doit occasionner les inconvénients plus ou moins sérieux qui ont déterminé l'établissement d'une seconde voie sur les chemins de fer actuels, ces derniers possèdent alors sur leurs rivaux et au point de vue qui nous occupe une incontestable supériorité (1). C'est donc par l'expérimentation qui va être opérée sur le railway de Saint-Germain et par les applications plus étendues qui se préparent en Angleterre qu'il deviendra possible de prononcer d'une manière absolue sur ce point décisif.

Ajoutons cependant que les calculs de M. Mallet ne se rapportent qu'au système anglais, et que, dans le cas où l'expérience se prononcerait en faveur d'un nouveau système dont nous avons parlé, celui de M. Chameroy, l'avantage serait sans aucune

(1) Voici, d'après le même rapport de M. Mallet, ce que coûterait l'établissement d'un chemin atmosphérique à double voie :

Terrains	30,000 fr.
Terrassements	25,000
Travaux d'art	25,000
Double voie	81,510
Machines	187,000
Total pour un kilomètre..	348,250 fr.

en admettant qu'une seule machine suffise pour les deux voies, fait qui a paru à M. Stephenson incompatible avec la régularité d'un service très-actif, attendu que la même machine serait obligée de faire le vide dans deux longueurs de tube, ce qui, aux yeux de l'ingénieur anglais, nuirait considérablement à la vitesse, qui est l'avantage essentiel du système.

conteste du côté des chemins atmosphériques. M. Chameroy en effet ne porte qu'à 47,000 francs le coût de l'établissement d'un kilomètre construit d'après son système. — Les frais d'établissement dans le système de M. Hallette seraient plus considérables. Ils dépasseraient même de 15,000 francs par kilomètre de simple voie ceux indiqués dans le rapport de M. Mallet. Mais on peut ajouter que, contre l'ordinaire des évaluations primitives qui sont généralement dépassées, l'exactitude de celles de M. Hallette ne peut guère être suspectée, puisque cet inventeur a déclaré se contenter, pour tout droit d'invention, de 10 pour 100 de l'économie produite dans la construction par son système, sur la somme de 300,000 francs, votée par les chambres dans la session de 1842.

Passons maintenant à l'examen comparatif des dépenses d'exploitation dans les deux systèmes.

Des frais d'exploitation. Voici, d'après le rapport de M. Mallet, quels sont, sur les chemins de fer atmosphériques, les éléments qui composent cette nature de dépense, et la manière dont ils se répartissent dans l'ensemble des frais déterminés par l'exploitation d'une étendue de 10 kilomètres. Dans ce calcul, sur lequel nous reviendrons, l'auteur suppose un appareil des dimensions de celui de Dalkey.

« La machine de Dalkey consomme 2 kilog. 25 de charbon par heure et par cheval; la consommation totale sera donc, avec une machine semblable, par heure, de 225 kilog., et pour 16 heures, de 3,000 kilog., lesquels, à 45 fr. le tonneau de 1,000 kilog., vaudront. . . . 162 fr.

A cela il faut ajouter :

Pour salaire de 2 mécaniciens.	12
— de 2 chauffeurs.	6
— de 1 ouvrier sur le wagon directeur.	3
Cuir du piston.	3
Entretien de la composition.	3
Intérêts du prix des machines, usure 5 pour 100 du prix d'acquisition.	41
Total.	230 fr.

» Pour diviser ces prix entre les convois des voyageurs et ceux des marchandises, j'observe que sur les 12 h. 24 min. ci-dessus, les premiers entrent pour 4 h. 48 min., et les seconds pour 7 h. 36 min. Ces nombres sont dans le rapport de 5 à 8. Sur le prix total de 230 francs,

Il faut donc attribuer aux voyageurs.	88 fr. 46 c.
Et aux marchandises.	141 54
Total pareil.	230 fr. 00 c.

En admettant pour son chemin de fer atmosphérique le même système d'exploitation et les mêmes conditions de pentes et de courbes que sur le chemin de Paris à Rouen, M. Mallet conclut de ces calculs que, « *sous le rapport du transport des voyageurs, le système atmosphérique donnera lieu à une économie des* DEUX CINQUIÈMES *sur le prix actuel payé pour les locomotives* » (*V.* le rapport précité, ch. 4).

L'exactitude de cette conclusion a été vivement contestée. M. Stephenson (*Rapport pour le chemin atmosphérique de Londres à Epsom*) a comparé les frais annuels d'exploitation des deux systèmes sur l'étendue totale d'une ligne analogue à celle de Londres à Birmingham, et il a trouvé :

Pour le système atmosphérique. . . .	1,849,750 fr.
Pour le système à locomotives.. . . .	1,595,830
Différence annuelle.	253,920 fr.

Il est vrai de dire que M. Stephenson, qui probablement, en sa qualité de constructeur de machines locomotives, s'est toujours montré peu favorable à l'introduction du nouveau système, nous a paru exagérer visiblement certaines natures de dépenses (1). Mais M. Mallet, d'un autre côté, est évidemment tombé dans l'excès contraire, par suite de l'insuffisance des moyens de comparaison que pouvait lui offrir le petit chemin sur lequel il a expérimenté. En résumé, nous croyons donc qu'on se rapprochera davantage de la vérité en concluant qu'il y aura parité entre les frais d'exploitation des deux systèmes, et que la différence, si elle existe, sera tout entière en faveur du système à locomotives, système que dix années d'une application générale ont enrichi de perfectionnements nombreux que n'a pu recevoir encore le système opposé.

C'est assez dire que la situation respective de chacun d'eux est trop inégale pour que l'on puisse juger de leur supériorité relative. Il serait donc plus rationnel, et c'est par cela que

(1) C'est ainsi que cet ingénieur comprend parmi les frais la somme énorme de 262,000 francs pour le salaire des mécaniciens et chauffeurs pendant la nuit, service dont la nécessité, l'utilité même, est loin d'être démontrée. Du reste, un ingénieur du chemin de fer de Versailles (rive gauche), M. Petiet, est allé encore plus loin que M. Stephenson : d'après ses calculs, les frais d'exploitation sur le système atmosphérique seraient trois fois plus considérables que sur le système ordinaire (*Réponse au mémoire de M. Mallet*).

nous terminerons, de s'attacher uniquement à examiner les avantages particuliers au système atmosphérique, comment et à quelles conditions on pourrait l'appliquer, et les résultats généraux de cette application.

Utilité des chemins de fer atmosphériques. Un avantage incontestable, et qui est le propre de ce système, c'est la possibilité d'atteindre *économiquement* de très-grandes vitesses, tandis que dans celui ordinaire la réalisation d'une vitesse comparable est pratiquement impossible, tant par l'accroissement des frais qui en serait la suite que par les facultés limitées des machines locomotives, lesquelles se trouvent dans l'impossibilité de remorquer aucune charge dès que la vitesse dépasse 80 kilomètres à l'heure. Sous ce rapport la supériorité du système atmosphérique est manifeste.

On sait en effet avec quelle rapidité l'air se précipite dans le vide. Il en résulte que, dans ce système, la vitesse peut s'augmenter indéfiniment avec le diamètre du cylindre de la machine pneumatique. Déjà sur le chemin si imparfait de Kingston à Dalkey, et avec un tube de 39 centimètres de diamètre seulement, on a vu un convoi, traînant un poids de 30,000 kilogrammes, se mouvoir avec une vitesse de 83 kilomètres (21 lieues) à l'heure. Selon M. Brunel, l'auteur du tunnel de la Tamise, cette vitesse peut être dépassée encore, et il serait facile d'obtenir à pleine charge de 90 à 96 kilomètres (24 lieues) à l'heure!

C'est là, il faut en convenir, un avantage dont on ne saurait assez tenir compte, aujourd'hui surtout où l'usage des moyens de transport à grande vitesse nous apprend de jour en jour davantage à mieux apprécier la valeur du temps.

Les adversaires du nouveau système lui ont contesté la faculté de pouvoir être substitué avantageusement à celui des locomotives. Admettons la réalisation d'un fait qui, dans l'état actuel des choses, ne peut être considéré que comme une hypothèse très-contestable, et voyons quels seraient dans ce cas les avantages que l'on pourrait obtenir de l'application partielle du système atmosphérique.

Ces avantages sont immenses. C'est ce dont on se convaincra si l'on considère qu'un chemin de fer de quelque étendue peut se décomposer en parties horizontales ou à pentes faibles le long des vallées, et en plans inclinés au passage des chaînes de montagnes qui séparent les vallées. La traversée de ces passages difficiles exige l'établissement de plans inclinés ou de tunnels, travaux d'art excessivement coûteux qui font des chemins de fer actuels des entreprises luxueuses et inaccessibles

aux pays pauvres et montagneux. Or, de l'aveu même des adversaires du nouveau système, et au double point de vue de l'économie et de la régularité du service, son application à la traversée de ces passages difficiles est de nature à présenter les plus grands avantages. Par suite de leur admirable propriété de franchir rapidement et sans danger des pentes de 2 centimètres et demi et de 3 centimètres par mètre, les chemins atmosphériques deviendraient pour le système actuel de précieux et puissants auxiliaires; les deux principes, ainsi employés suivant les qualités particulières qui les distinguent, — les locomotives sur les parties de niveau ou à faible pente, et le système à tubes sur les plans inclinés, — se prêteraient un mutuel secours et feraient disparaître de nos tracés les grands travaux d'art, les remblais, les tranchées, les viaducs, les tunnels, etc., dont les frais considérables d'établissement limitent nécessairement les bienfaits civilisateurs que les voies de communication rapide sont destinées à répandre.

Ainsi donc, en résumé, quels que soient les résultats décisifs des applications générales que l'on prépare du nouveau système et la somme des avantages qu'il peut présenter sur le système ordinaire, il n'en est pas moins constant que son application doit exercer sur l'avenir de nos moyens de communication une très-grande influence, et qu'elle ouvrira aux chemins de fer actuels une ère tout à fait nouvelle.

La nécessité de changer ou du moins de modifier les règles actuelles de la locomotion rapide est aujourd'hui généralement reconnue, tant au point de vue de l'économie que de celui de la sécurité. A ce dernier point de vue, la supériorité du système atmosphérique ne peut se contester, puisque chez lui la locomotive, cette source incessante d'accidents, disparaît. Mais c'est bâtir sur le sable, c'est substituer de bienveillantes rêveries aux lois inexorables de la réalité, que de considérer une invention en négligeant la question économique. Loin de nous la pensée de vouloir subordonner la vie de nos semblables à une question d'économie dans le sens restreint du mot. Mais l'économie de l'exploitation d'une voie de communication n'est point seulement une question de chiffres, c'est une haute question morale, et sur l'appréciation de laquelle nous nous sommes déjà assez étendu pour qu'il puisse être utile d'y revenir. La question ayant été résolue en principe par les expériences de Worm-Wood-Scrubs et de Dalkey, c'est donc uniquement des résultats économiques de l'exploitation que dépendront l'utilité réelle du système et le rôle plus ou moins brillant qui peut lui être réservé. Jusqu'ici en effet on ne peut décider

encore de ce point capital : dans une question aussi vaste et compliquée d'un si grand nombre d'éléments d'une appréciation fort difficile, la valeur pratique d'un principe ne peut sainement se juger sur une seule application, surtout lorsque cette application est elle-même fort imparfaite et que l'on a opéré dans des conditions économiques insuffisantes ou défavorables.

De cette expérimentation sortira nécessairement la supériorité relative des trois systèmes que nous venons d'examiner. Il ne sera donc pas sans intérêt d'entrer dans quelques détails sur les conditions de l'établissement du chemin sur lequel elle aura lieu.

L'exécution du chemin d'expérimentation a été décidée par l'arrêté du 5 août 1844, qui ouvre à cet effet au ministre des travaux publics un crédit de 1,800,000 francs. Mais le lieu de l'essai étant resté indéterminé, une autre ordonnance, datée du 2 novembre 1844, a comblé cette lacune en prescrivant que l'expérimentation aurait lieu entre la station de Nanterre du chemin de fer de Paris à Saint-Germain et le plateau de Saint-Germain.

Plusieurs autres directions avaient été proposées. Ainsi, l'on avait d'abord jeté les yeux sur le plateau de Sartory, près de Versailles, que le chemin de Paris à Chartres doit traverser : en cas de complète réussite, les tubes atmosphériques seraient devenus un moyen avantageux de franchir une pente très-rapide. Mais le peu d'étendue du chemin (4 kilomètres) ne pouvait rien ajouter aux résultats pratiques recueillis à Dalkey. On a donc sagement renoncé à ce projet, ainsi qu'à celui d'établir le chemin d'essai aux environs de Saint-Cyr, à peu de distance de Sartory. La compagnie fondée pour l'application, de Paris à Sceaux et Orsay, du système des trains articulés de M. Arnoux, avait proposé, moyennant la subvention, d'exécuter dans le courant de l'année 1845 une ligne de 15 à 16 kilomètres, sur laquelle seraient établies trois machines fixes, savoir : à Bourg-la-Reine, à Palaiseau et à Orsay. Cette offre, pour des motifs qui nous sont inconnus, n'a point été prise en considération. La commission législative chargée de l'examen du projet de loi tendant à ouvrir le crédit nécessaire, M. Arago rapporteur, s'était prononcée pour la berge du canal de l'Ourcq, du bassin de la Villette à Sevran, sur une distance de 12 kilomètres. Mais l'administration, considérant que l'établissement du chemin de fer de Rouen a brisé presque complétement les relations de la ville de Saint-Germain avec la vallée de la Seine, dont elle était le premier marché, a usé du droit que lui conférait l'arrêté royal du 5 août, en faisant choix de cette direction, qui, du reste, et quoi qu'on en ait dit, semble placée

dans des conditions suffisantes pour assurer le succès et atteindre définitivement le but de l'expérimentation (1).

D'après les renseignements que nous nous sommes procurés, le chemin sera établi à partir de Nanterre jusqu'à la terrasse de Saint-Germain, en suivant la droite de la ligne actuelle, qui, pendant que l'on opérerait la pose des appareils nouveaux, ne serait plus exploitée, depuis Nanterre jusqu'à un point voisin de la gare du Pecq, que sur une seule voie. Vers l'extrémité du bois du Vésinet, à 1,500 mètres en deçà de la gare, le chemin expérimental quittera le chemin ordinaire, et, en s'infléchissant par une courbe de 300 mètres de rayon, traversera la Seine en aval du Pont du Pecq pour s'élever sur le plateau, à l'aide d'une pente moyenne de 2 centimètres et demi par mètre. Son étendue, de Nanterre au sommet du plateau, élevé de 61 mètres au-dessus du niveau de la Seine, sera d'environ 10 kilomètres : trois fois la longueur du chemin de Dalkey.

Les devis des ingénieurs évaluent à 4,000,000 la somme nécessaire à l'exécution des travaux. 1,800,000 seront fournis par l'Etat; de plus une annuité de 20,000 francs pendant dix ans a été votée par l'administration municipale de la ville de Saint-Germain, pour aider la compagnie dans l'exécution des travaux.

Le chemin recevra le système de MM. Cleggs et Samuda, le système de soupapes de M. Hallette et l'appareil à air comprimé de M. Pecqueur. Il est aussi question d'y appliquer le système plus récent de M. Chameroy. La compagnie s'est engagée à mettre à la disposition de chacun des inventeurs une certaine longueur de ligne pour y poser leurs appareils et les soumettre à l'épreuve des expériences publiques, qui auront lieu pendant un mois consécutif, à partir du complet achèvement des travaux.

Le chemin d'essai, concédé à la compagnie aux mêmes conditions que le chemin principal, recevra par conséquent les voyageurs et les marchandises d'après les tarifs primitivement fixés.

(1) Le lieu fixé avait été choisi par M. Cleggs, l'un des inventeurs du système anglais, avant même qu'un essai eût été tenté en Angleterre. D'autres ingénieurs, dont la compétence et le savoir ne sauraient être mis en doute, M. Vignoles entre autres, après avoir visité le tracé du plan incliné de Saint-Germain, ont déclaré que nul point en France n'était mieux placé pour mettre en évidence les résultats du système atmosphérique.

Telles sont les conditions essentielles de l'établissement du chemin d'expérimentation des systèmes atmosphériques anglais et français, chemin destiné à attirer si vivement l'attention du public et celle du monde savant, et qui, en France, ouvre une ère toute nouvelle au progrès et à l'amélioration des grandes inventions industrielles. Il était digne d'un tel pays de ne rien épargner pour favoriser des essais dont la réussite se lie intimement à un grand intérêt public.

CONCLUSION.

Notre époque, on le voit, assiste à un admirable spectacle. Affranchi des obstacles matériels qui, aux époques précédentes, limitaient son essor, l'esprit d'invention et de perfectionnement, dégagé des liens abstraits de la théorie pure, apporte chaque jour à la science de nouveaux éléments de puissance et de grandeur. De tous côtés se pressent d'utiles et de nombreuses inventions, possédant pour la plupart ce caractère d'économie et d'utilité pratique qui est la condition nécessaire de la vitalité des arts industriels ; la plupart aussi seront pour l'humanité d'actifs auxiliaires qui l'aideront à conquérir le monde matériel et à ranger les grandes forces de la nature sous sa puissante domination.

Mais, pour rentrer dans le cercle que nous nous sommes tracé et jeter un dernier coup d'œil sur l'ensemble des nouveaux systèmes de chemins de fer dont nous venons d'exposer les caractères principaux, il y a lieu de se demander quel est celui qui semble devoir le mieux satisfaire aux exigences de l'époque, et qui réalisera au plus haut degré ces conditions d'économie et d'utilité générale qui seules conduisent au succès?... Au temps seul, on peut le dire, appartient la solution de cette question importante : quels que soient le talent d'un observateur, son zèle ou son impartialité, jamais il ne lui sera donné de juger d'une manière absolue de la valeur d'un principe ; car chaque jour l'expérience, cette reine capricieuse, vient déjouer les prévisions qui semblaient les mieux établies. Qu'il nous suffise donc d'ajouter que les principaux d'entre les systèmes dont il s'agit offrent chacun un trait distinctif qui permet d'entrevoir, jusqu'à un certain point, les résultats que l'avenir peut lui réserver ; chacun d'eux possède un degré d'u-

dans des conditions suffisantes pour assurer le su
teindre définitivement le but de l'expérimentatio
D'après les renseignements que nous nous son
le chemin sera établi à partir de Nanterre ju
de Saint-Germain, en suivant la droite de la li
pendant que l'on opérerait la pose des appa
serait plus exploitée, depuis Nanterre jus
de la gare du Pecq, que sur une seule
du bois du Vésinet, à 1,500 mètres
chemin expérimental quittera le chem
fléchissant par une courbe de 300 m
la Seine en aval du Pont du Pecq
à l'aide d'une pente moyenne d
mètre. Son étendue, de Nant
élevé de 61 mètres au-dessus
d'environ 10 kilomètres : troi
Dalkey.

Les devis des ingénieur
nécessaire à l'exécution d
par l'Etat; de plus une
ans a été votée par l'a
Saint-Germain, pour
travaux. ... nous.

Le chemin recevr ... ode électrique,
système de soupa ... ur de cette puissance
primé de M. Pe ... quée sur tous les autres.
système plus ré ... des hautes destinées réservées à
gagée à mettr ... nt la puissance, dit M. Becquerel, est
certaine lon ... ne, et qui existe enchaînée, silencieuse,
soumettre ... de la matière. » Mais, nous le répétons, les
lieu pend ... nous avons sous les yeux et ceux qui sont sur le
ment de ... réaliser, sont déjà assez beaux pour satisfaire toutes

Le ch ... ences et pour nous permettre d'attendre patiemment
dition ... plus admirables encore que nous réserve l'avenir.
voya
fixé

~~ABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

INTRODUCTION.

PREMIÈRE PARTIE.

DU TRACÉ DES CHEMINS DE FER.

CHAPITRE I.

DÉTERMINATION DES DIFFÉRENTS TRACÉS.

CHAPITRE II.

DES PENTES.

tilité qui lui est propre et qui pourra justifier son emploi dans certaines circonstances données.

C'est ainsi que le système atmosphérique, appliqué aux chemins à locomotives, c'est-à-dire aux tracés à faibles pentes, est tellement cher de premier établissement et même d'entretien, qu'il ne saurait en ce cas supporter la comparaison avec le système actuel. Son application semble donc ne devoir être usuelle que dans les pays où le sol tourmenté ne permettrait la circulation des locomotives qu'au moyen de travaux d'art gigantesques et coûteux. Que si, par une fatalité qui semble participer des lois immuables du monde physique, l'application du système actuel ne devait point cesser d'occasionner ces terribles catastrophes que nulle science humaine ne peut prévoir, il y aurait, ce nous semble, nécessité absolue de généraliser l'emploi du système de M. Andraud et de celui de M. Pecqueur, dont la sécurité est entière et dont les avantages économiques paraissent démontrés. Quant aux systèmes encore à l'état spéculatif ou de théorie pure, et que nous avons fait connaître d'abord, si des résultats pratiques en sont obtenus, ces résultats paraissent réservés pour un temps encore éloigné de nous. L'un d'eux surtout, celui par l'application du fluide électrique, est destiné, sans aucun doute, à recevoir de cette puissance merveilleuse une supériorité marquée sur tous les autres. Comment douter, en effet, des hautes destinées réservées à cette force motrice, « dont la puissance, dit M. Becquerel, est pour ainsi dire infinie, et qui existe enchaînée, silencieuse, partout où il y a de la matière. » Mais, nous le répétons, les résultats que nous avons sous les yeux et ceux qui sont sur le point de se réaliser, sont déjà assez beaux pour satisfaire toutes les exigences et pour nous permettre d'attendre patiemment ceux plus admirables encore que nous réserve l'avenir.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

INTRODUCTION.

CHAPITRE III.

DES PLANS INCLINÉS.

CHAPITRE IV

DES COURBES.

CHAPITRE V.

DU NOMBRE DES VOIES ET DE LEURS DIMENSIONS.

DEUXIÈME PARTIE.

DE LA CONSTRUCTION DES CHEMINS DE FER.

CHAPITRE I.

TRAVAUX D'ART ET TERRASSEMENT.

CHAPITRE II.

DE LA VOIE DE FER ET DE SON MATÉRIEL.

CHAPITRE III.

ÉTABLISSEMENT ET ENTRETIEN DE LA VOIE.

CHAPITRE IV.

DU MATÉRIEL D'EXPLOITATION.

CHAPITRE V.

DESCRIPTION DES MACHINES LOCOMOTIVES.

CHAPITRE VI.

CONSTRUCTION DES MACHINES LOCOMOTIVES.

TROISIÈME PARTIE.

DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER.

CHAPITRE I.

FRAIS D'ÉTABLISSEMENT DES CHEMINS DE FER.

CHAPITRE II.

FRAIS D'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER.

CHAPITRE III.

DES DIFFÉRENTS MODES D'EXÉCUTION ET D'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER.

CHAPITRE IV.

DU TARIF DES VOYAGEURS.

CHAPITRE V.

DU TARIF DES MARCHANDISES.

CHAPITRE VI.

LÉGISLATION DES CHEMINS DE FER.

CHAPITRE VII.

DE L'INFLUENCE DES CHEMINS DE FER SUR LES AUTRES MOYENS DE COMMUNICATION.

QUATRIÈME PARTIE.

DE L'INFLUENCE GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER ET DE LEUR ÉTAT ACTUEL DANS LES PRINCIPAUX PAYS.

CHAPITRE I.

DES CHEMINS DE FER AUX ÉTATS-UNIS.

CHAPITRE II.

DES CHEMINS DE FER EN ANGLETERRE.

CHAPITRE III.

DES CHEMINS DE FER EN BELGIQUE.

CHAPITRE IV.

DES CHEMINS DE FER EN ALLEMAGNE.

CHAPITRE V.

DE L'ÉTAT DES CHEMINS DE FER DANS LES AUTRES PAYS D'EUROPE.

CHAPITRE VI.

DE L'ÉTAT ACTUEL DES CHEMINS DE FER EN FRANCE.

APPENDICE.

DES NOUVEAUX SYSTÈMES DE CHEMINS DE FER.

FIN DE LA TABLE.

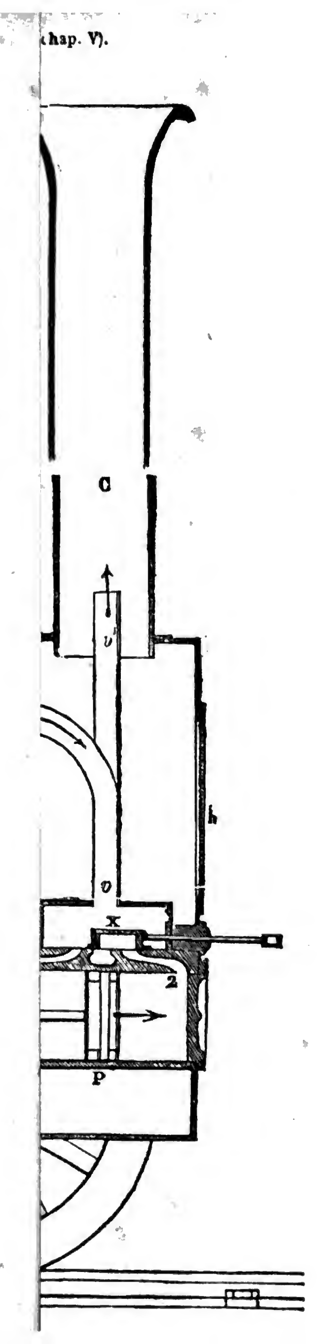
s en crin et recon-
tir les chocs que
la machine. Leur
augmentée par le
irale contenu dans

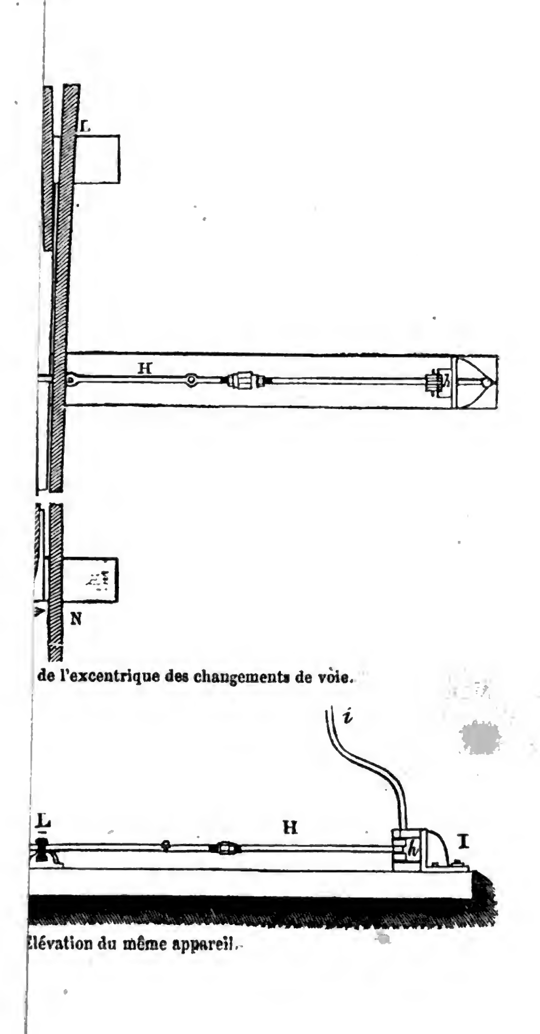
moyen duquel on
entraînée quelque-
s le cylindre.

ouverture faite au
fermée par un bou-
é. En retirant cette
ire dans l'ouverture
en d'une pompe in-
eau dans le double
er. C'est ainsi qu'on
terreux que l'eau y
nettoyage s'exécute
r semaine.

B

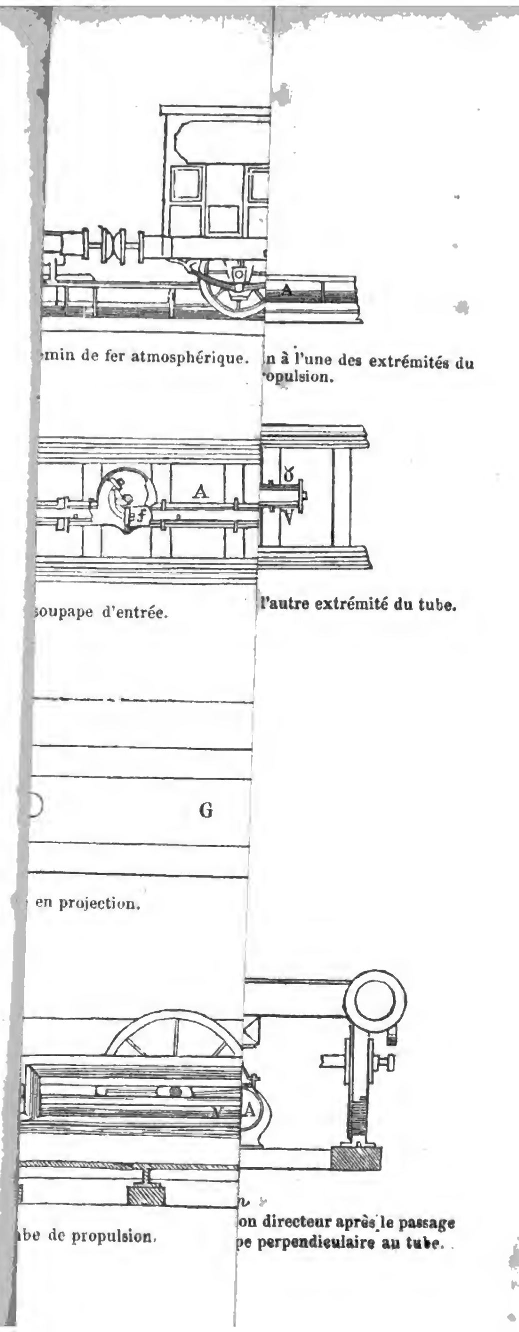
C


C
v'
h
v
x
2
P



de l'excentrique des changements de vòie.

Élévation du même appareil.



ɛmin de fer atmosphérique.

n à l'une des extrémités du
opulsion.

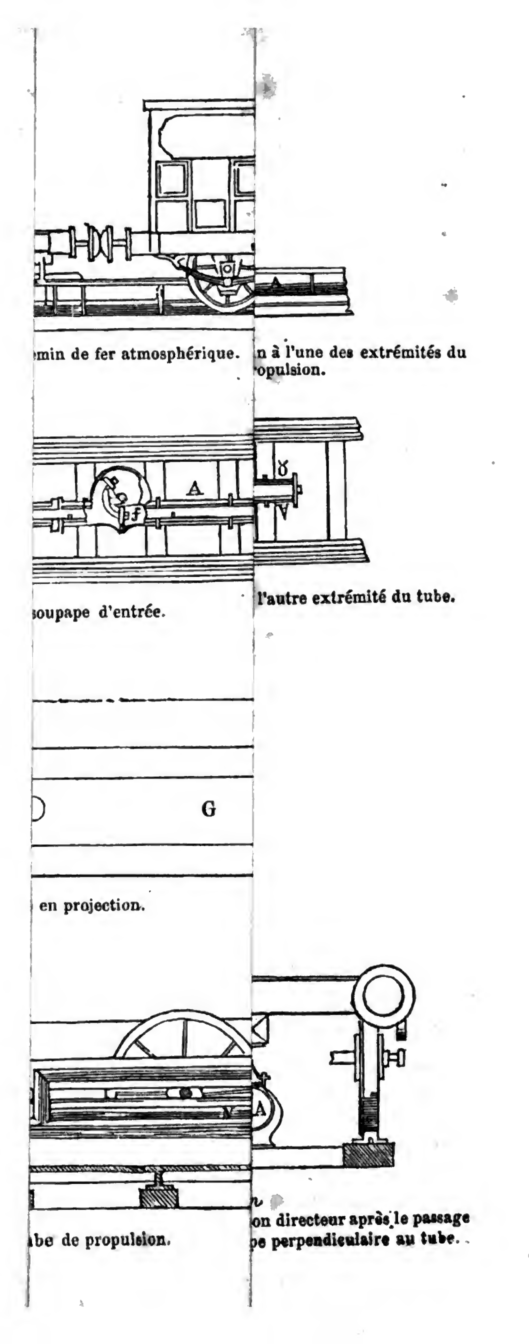
soupape d'entrée.

l'autre extrémité du tube.

en projection.

be de propulsion.

on directeur après le passage
pe perpendiculaire au tube.



ɪmin de fer atmosphérique. | n à l'une des extrémités du
ropulsion.

soupape d'entrée. | l'autre extrémité du tube.

en projection.

ıbe de propulsion. | on directeur après le passage
pe perpendiculaire au tube.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 02105 9061

Divisions principales.

—

INTRODUCTION.

Influence des chemins de fer sur l'amélioration matérielle et morale des sociétés.
Avantages généraux des différents modes de communication.

I. TRACÉ DES CHEMINS DE FER.

Tracé, alignements, pentes, courbes et plans inclinés, nombre de voies, dimensions du chemin.

II. CONSTRUCTION DES CHEMINS DE FER.

Travaux d'art et de terrassement, voie de fer, matériel d'exploitation, machines locomotives.

III. EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER.

Frais d'établissement et d'entretien; modes d'exécution et d'exploitation; tarifs, législation, etc.

IV. ÉTAT ACTUEL ET INFLUENCE DES CHEMINS DE FER EN DIFFÉRENTS PAYS.

États-Unis, — Angleterre, — Belgique, — États d'Allemagne, — Russie et autres pays d'Europe. — France.

—

APPENDICE.

NOUVEAUX SYSTÈMES DE CHEMINS DE FER.

Système Jouffroy.
Du système de circulation des voitures à vapeur sur les routes ordinaires.
Système hydraulique. — Système électro-magnétique.
Système de locomotion par l'acide carbonique, — par l'air comprimé et dilaté.
Système atmosphérique.
Nouveau système atmosphérique français.
Conclusion.

